

**EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOPLUS EN EL
CULTIVO ORGÁNICO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L.
var. Itálica cv. *Mónaco*)**

MARÍA JOSÉ COELLO TORRES

TRABAJO DE TITULACIÓN

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE:

El trabajo de titulación: **EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOPLUS EN EL CULTIVO ORGÁNICO DE BRÓCOLI** (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* cv. *Mónaco*), de responsabilidad de la Srta. Egresada María José Coello Torres, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN:

Ing. Luis Hidalgo

DIRECTOR

Ing. Franklin Arcos

MIEMBRO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

RIOBAMBA – ECUADOR

2014

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, entregarme día a día fortaleza, paciencia y esperanza.

A mis padres por el amor y apoyo incondicional brindado, a mi hermana por estar siempre pendiente de mí, a Isyta por ser tan dulce y cariñosa conmigo, a mi familia y a todas las personas que estuvieron de una u otra manera apoyándome en la culminación de mi carrera.

María José Coello Torres

AGRADECIMIENTO

Un sincero agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en especial a la Escuela de Ingeniería Agronómica, por haberme inculcado los conocimientos necesarios para ser una profesional.

Al Ingeniero Luis Hidalgo por toda la ayuda brindada, por los conocimientos compartidos, por el apoyo, por haber sido mi director en este trabajo de titulación.

Al Ingeniero Franklin Arcos por su colaboración y asesoría en este trabajo de titulación.

Al Ingeniero Fernando Romero y al Ingeniero Víctor Lindao, por su tiempo y enseñanzas brindadas en la parte estadística del trabajo de titulación.

Agradezco a Dios, a mis padres, a mi hermana, a Isyta, a mi familia, por toda la confianza y apoyo brindado para alcanzar un nuevo logro en mi vida.

María José Coello Torres

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	CONTENIDO	PÁGINA
	LISTA DE CUADROS	vi
	LISTA DE GRÁFICOS	viii
	LISTA DE ANEXOS	ix
I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
IV.	MATERIALES Y METODOS	32
V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
VI.	CONCLUSIONES	69
VII.	RECOMENDACIONES	70
VIII.	RESUMEN	71
IX.	SUMMARY	72
X.	BIBLIOGRAFÍA	73
XI.	ANEXOS	80

LISTA DE CUADROS

N°	Descripción	Página
1	Composición bioquímica del bioplus	6
2	Tiempos de absorción foliar	9
3	Movilidad de los nutrimentos en la planta	10
4	Composición nutricional del brócoli	19
5	Nivel de extracción de nutrientes del cultivo de brócoli	20
6	Eficiencia de los fertilizantes	20
7	Requerimientos de fertilización del brócoli	21
8	Plagas del cultivo de brócoli, sus bioprotectores y extractos orgánicos	23
9	Enfermedades del cultivo de brócoli y sus reguladores	24
10	Zonas de producción del brócoli a nivel mundial	29
11	Características químicas del suelo	33
12	Características del campo experimental	34
13	Análisis de varianza	35
14	Tratamientos en estudio	36
15	Cantidad de fertilizante utilizado	40
16	Análisis de varianza para altura de planta a los 28 ddt	43
17	Análisis de varianza para altura de planta a los 42 ddt	44
18	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 42 ddt	44
19	Análisis de varianza para altura de planta a los 56 ddt	46
20	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 56 ddt	46

21	Análisis de varianza para altura de planta a los 70 ddt	47
22	Prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 70 ddt	48
23	Análisis de varianza para número de hijuelos por planta a los 28, 42, 56 y 70 ddt	49
24	Análisis de varianza para días a la aparición de la pella	50
25	Prueba de Tukey al 5% para días a la aparición de la pella	51
26	Análisis de varianza para días a la cosecha	52
27	Prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha	52
28	Análisis de varianza para pellas con manchas genéticas	54
29	Prueba de Tukey al 5% para pellas con manchas genéticas	54
30	Análisis de varianza para peso pella	56
31	Prueba de Tukey al 5% para peso pella	56
32	Análisis de varianza para diámetro de pella	57
33	Prueba de Tukey al 5% para diámetro de pella	58
34	Análisis de varianza para rendimiento	59
35	Prueba de Tukey al 5% para rendimiento	59
36	Costos que varían por hectárea de los tratamientos	61
37	Presupuesto parcial de los tratamientos en estudio	61
38	Análisis de dominancia de los tratamientos	62
39	Tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados	62

LISTA DE GRÁFICOS

N°	Descripción	Página
1	Zonas de producción del brócoli en Ecuador	28
2	Destino de las exportaciones de brócoli	31
3	Altura de planta a los 42 ddt	45
4	Altura de planta a los 56 ddt	46
5	Altura de planta a los 70 ddt	48
6	Altura media de planta a los 28, 42, 56 y 70 ddt	49
7	Días a la aparición de pella	51
8	Días a la cosecha	53
9	Porcentaje de manchas genéticas	55
10	Peso de pella	56
11	Diámetro de pella	58
12	Rendimiento	60

LISTA DE ANEXOS

N°	Descripción	Página
1	Distribución de los tratamientos en el campo	80
2	Análisis de suelo	81
3	Altura a los 28 ddt	82
4	Altura a los 42 ddt	82
5	Altura a los 56 ddt	82
6	Altura a los 70 ddt	83
7	Número de hijuelos por planta a los 28, 42, 56 y 70 ddt	83
8	Días a la aparición de pella	83
9	Días a la cosecha	84
10	Pellas con manchas genéticas	84
11	Peso de pella	84
12	Diámetro de pella	85
13	Rendimiento en kilogramos por parcela neta	85
14	Rendimiento en kilogramos por hectárea	85
15	Rendimiento en toneladas por hectárea	86
16	Registro de la humedad relativa durante el ciclo del cultivo orgánico de brócoli	86
17	Diagrama de la precipitación del mes de Mayo	87
18	Diagrama de la precipitación del mes de Junio	87
19	Diagrama de la precipitación del mes de Julio	88
20	Diagrama de la temperatura mínima del mes de Junio	88

21	Diagrama de la temperatura mínima del mes de Julio	89
22	Diagrama de la temperatura máxima del mes de Junio	89
23	Diagrama de la temperatura máxima del mes de Julio	90
24	Resultado del muestreo de materia prima para el proceso agroindustrial del testigo (T1)	91
25	Resultado del muestreo de materia prima para el proceso agroindustrial de la aplicación en dosis baja de bioplus de 2cc/l (T2)	92
26	Resultado del muestreo de materia prima para el proceso agroindustrial de la aplicación en dosis media de bioplus de 4cc/l (T3)	93
27	Resultado del muestreo de materia prima para el proceso agroindustrial de la aplicación en dosis alta de bioplus de 6cc/l (T4)	94

I. EVALUACIÓN DE TRES DOSIS DE BIOPLUS EN EL CULTIVO ORGÁNICO DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica* cv. *Mónaco*)

II. INTRODUCCIÓN

El brócoli es la segunda alternativa de exportación agrícola en la Sierra ecuatoriana. Su producción ha mostrado un alto dinamismo en los últimos años, pues esta actividad genera mucha mano de obra y aporta a la generación de divisas. Los agricultores que se dedican a esta actividad están asentados en las provincias de Cotopaxi, Pichincha, Imbabura, Carchi y Chimborazo.

Las presentaciones del brócoli para el consumidor final son diferentes: en floretes (cabezas con tallo de diferentes tamaños), picado (cuadritos de tallos y pedazos de cabeza), cortes de brócoli (cuadritos de tallo con cabezas enteras) y en tallos picados en menor medida.

La exportación anual de la hortaliza, le representa al país un ingreso aproximado de \$50 millones. En un 90%, este negocio está en manos de medianos y pequeños productores, el resto lo cubren grandes empresarios. Por ello, los “brocoleros” señalan otros beneficios: en este proceso productivo están involucradas más de 3000 familias lo que ha generado alrededor de 15 mil puestos de trabajo, de los cuales, más de la mitad son ocupados por las mujeres. Entre los principales destinos de exportación del brócoli fresco refrigerado encontramos a Estados Unidos, Japón y Alemania, convirtiéndose en el producto estrella de los productos no tradicionales ecuatorianos (APROFEL, 2011).

En los últimos años se ha incorporado al proceso de producción agrícola, algunas sustancias denominadas biofertilizantes o abonos líquidos que se originan a partir de la fermentación de materiales orgánicos; cuya utilización constituye una técnica de cultivo que tiene como propósito mejorar la producción y calidad de las cosechas.

El biol es un abono líquido resultante de la descomposición anaerobia de los estiércoles y vegetales, actúa como regulador de crecimiento de las plantas. Este abono líquido es rico en nitrógeno amoniacal, en hormonas, vitaminas y aminoácidos. Aplicado foliarmente a los cultivos, estimula el crecimiento, mejora la calidad de los productos e incluso tiene ciertos efectos repelentes contra las plagas.

Dada la importancia del cultivo de esta hortaliza por sus beneficios en lo referente a la salud por sus cantidades grandes de vitamina C, ácido fólico y vitamina A, que son importantes antioxidantes, se prevé que en los próximos años será necesario un incremento sin precedentes en la producción agrícola para satisfacer la gran demanda de la población mundial. El cultivo de brócoli requiere de dosis altas de fertilizantes químicos, por lo que es imperativa la búsqueda de nuevos métodos de producción orgánica y económicamente sustentables, para proteger el ambiente y la salud de los consumidores.

En el presente trabajo de titulación se plantearon los siguientes objetivos:

A. Objetivo general

1. Evaluar tres dosis de bioplus en el cultivo orgánico de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*. cv. *Mónaco*).

B. Objetivos específicos

1. Determinar la dosis óptima de bioplus para el rendimiento del cultivo orgánico de brócoli.
2. Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

A. MARCO CONCEPTUAL

1. Evaluación

Consideramos que la evaluación agronómica es sistemática, porque requiere de un estudio metódico, en función de características como: vigor, crecimiento, producción, etc., la cual debe ser continua para valorar los cambios y determinar la eficacia de la estrategias establecidas en la mejora de los rendimientos en los cultivos, tomando en cuenta que el proceso evaluativo es interactivo, se desarrolla a lo largo de un período y no es una acción puntual o aislada (Ruiz, L. 2005).

2. Dosis

Según Real Academia Española (2014), viene de la acción de dar. Es la cantidad o porción de algo, material o inmaterial. Señala el Diccionario Manual de la lengua española (2007) que dosis es la fijación de la cantidad pequeña de una sustancia que debe añadirse en cada etapa de un proceso.

Es la cantidad de ingrediente activo de un producto que se necesita para alcanzar un efecto determinado. La dosis determina el tipo y magnitud de la respuesta biológica, que es un concepto fundamental de la toxicología (Pharmacy, 2012).

3. Bioplus

a. Definición.

Promerino, (2013), manifiesta que es un promotor de crecimiento, bioestimulante, fitoregulador y fertilizante foliar, además de un antiestresante. El bioplus es un bioestimulante de origen natural que se obtiene del proceso tecnológico de la

descomposición anaeróbica de los subproductos provenientes de la pasta de higuera, soja, alfalfa, palmiste, ajonjolí, maíz, trigo y neem. Por su alto contenido de nitrógeno, sumado a su adecuado contenido de auxinas naturales biológicamente activas en sus formas básicas: Ácido indolacético y Triptófano, inducen la multiplicación y crecimiento celular.

Bioplus es un fertilizante 100% orgánico, que se obtiene del proceso industrializado de vegetales, oleaginosas y minerales. Por su alto contenido de nitrógeno, sumado a su adecuado contenido de auxinas naturales biológicamente activas en sus formas básicas: ácido indolacético y triptófano, inducen la multiplicación y crecimiento celular. Contiene citoquininas y giberelinas, que son promotoras del crecimiento, más macro y microelementos (Agrobest, 2010).

b. Beneficios fisiológicos

Incrementa la actividad fotosintética; incrementa la síntesis de proteínas, ácidos nucleicos y clorofila; promueve el crecimiento en longitud de la planta; aumenta el diámetro del botón; forma raíces laterales; ayuda a la elongación, diferenciación y división celular; promueve la dominancia apical; retarda la caída de hojas, flores y frutos jóvenes; aumenta la producción de citoquininas ya que estas están formadas en los ápices radiculares desencadenando una serie de procesos fisiológicos que determinan un aumento en la calidad; aumenta la producción y calidad de las cosechas, con aplicaciones continuas en dosis recomendadas y épocas correctas (Agrobest, 2010).

c. Composición bioquímica.

1) Ácidos Húmicos

Señala Hidalgo, L. (2007) los ácidos húmicos son derivados del mineral Leonardita y son los constituyentes principales de materia orgánica vegetal en un estado avanzado de descomposición. Es una reserva de micronutrientes y macronutrientes esenciales como, nitrógeno, fósforo y potasio. Es un material orgánico de color oscuro. El ácido húmico

produce: mejores cosechas, incrementa el rendimiento de las cosechas, incrementa la permeabilidad de las membranas, incrementa la absorción de nutrientes, estimula procesos bioquímicos en las plantas, estimula el desarrollo de las raíces y el crecimiento.

2) Triptófano

Es un aminoácido esencial necesario para la producción de vitamina B3 (niacina). El Triptófano es un aminoácido aromático, también es conocido como el aminoácido amigo. También posee Riboflavina que es una vitamina hidrosoluble que pertenece al complejo B (Hidalgo, L. 2007).

d. Ámbito de aplicación

El bioplus puede ser utilizado en una gran variedad de plantas, cultivos, de ciclo corto, anuales, bianuales, gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, suelo, semilla o a la raíz (Agrobrest, 2010).

CUADRO 1. COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL BIOPLUS

Componente	Valor	Unidad
Auxinas (IAA)	82	ng/g
Citocinina (CTS)	28	ng/g
Giberelinas (GAs)	25	ng/g
Ácido fólico	41	ng/g
Ácido húmico y fúlvico	75	ng/g
Ácido nicotínico	28	ng/g
Ácido salicílico	18	ng/g
Tiamina (B1)	244	ng/g
Riboflavina (B2)	82,2	ng/g
Triptofano (W)	1567	ng/ l
Nitrógeno (N)	13500	mg/ l
Fósforo (P)	599	mg/ l
Potasio (K)	2550	mg/ l
Calcio (Ca)	1590	mg/ l
Magnesio (Mg)	757	mg/ l
Azufre (S)	290	mg/ l
Hierro (Fe)	281	mg/ l
Cobre (Cu)	1	mg/ l
Manganeso (Mn)	200	mg/ l
Molibdeno (Mo)	0,11	mg/ l
Zinc (Zn)	6	mg/ l
Silicio (Si)	1	mg/ l
Cobalto (Co)	1	mg/ l

Fuente: PROMERINOR, 2013.

B. FERTILIZACIÓN FOLIAR

1. Definición

La fertilización foliar consiste en la aplicación de una solución nutritiva al follaje de las plantas para corregir deficiencias específicas de nutrientes en el mismo período de desarrollo del cultivo o bien con el fin de complementar la fertilización realizada al suelo (Venegas, C. 2004).

Manifiesta Bertsch, F. (1995), que la fertilización foliar consiste en el suministro de nutrimentos a una planta a través del tejido foliar, dado que allí se centra la mayor actividad fisiológica de la planta.

La aplicación foliar ha demostrado ser un excelente método para abastecer los requerimientos de los nutrientes secundarios (Ca, Mg y S) y los micronutrientes (Zn, Fe, Cu, Mn, B y Mo), mientras que suplementa los requerimientos de N, P, K requeridos en los períodos de estado de crecimiento críticos del cultivo. Una planta bien nutrida retrasa los periodos de senescencia natural (Ramírez. F. 2000).

La nutrición foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero si es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o complementar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Pérez, I. 1988).

2. Importancia de la fertilización foliar

a. Baja disponibilidad de nutriente en los suelos

En suelos calcáreos, por ejemplo, la disponibilidad de hierro es muy baja y es muy común la deficiencia de este nutriente. La aplicación foliar es mucho más eficiente que la aplicación al suelo. Esto sucede también con la mayoría de los micronutrientes bajo condiciones de suelos alcalinos (Venegas, C. 2004).

b. Suelo superficial seco

En regiones semiáridas, una carencia de agua disponible en la capa superficial del suelo origina una disminución en la disponibilidad de nutrientes durante el período de crecimiento del cultivo. Aún a pesar que el agua pueda encontrarse disponible en el subsuelo, la nutrición mineral se convierte en el factor limitante del crecimiento. Bajo estas condiciones, la aplicación de nutrientes al suelo es menos efectiva que la aplicación foliar (Venegas, C. 2004).

c. Disminución de la actividad de las raíces durante el estado reproductivo

Como resultado de una competencia por carbohidratos, la actividad de la raíz y por ende la absorción de nutrientes por las raíces disminuye tan pronto se inicia el estado reproductivo (floración y fructificación). Las aplicaciones foliares pueden compensar esta disminución de nutrientes durante esta etapa (Venegas, C. 2004).

d. Incremento en el contenido de proteína en la semilla de cereales

En cultivos de cereales como el trigo, el contenido de proteínas de las semillas y así su calidad para ciertos propósitos (alimentación animal, panificación) puede ser rápidamente incrementada por la aplicación foliar de nitrógeno en los últimos estados de crecimiento. El nitrógeno aplicado durante estos estados es rápidamente movilizado de las hojas y directamente transportado hacia el desarrollo de los granos (Venegas, C. 2004).

e. Incremento del contenido de calcio en frutos

Los desórdenes ocasionados por el calcio son ampliamente conocidos en ciertas especies de plantas. Debido a su baja o nula movilidad vía floema, las aplicaciones foliares de calcio deben realizarse varias veces durante el estado de crecimiento. Sin embargo, en frutales se han encontrado resultados positivos a las aplicaciones foliares de calcio durante la etapa de fructificación, en especial en la superficie de los frutos en desarrollo, con quelatos orgánicos (Venegas, C. 2004).

3. Mecanismo de la absorción foliar

Las plantas pueden fertilizarse suplementariamente a través de las hojas mediante aplicaciones de sales solubles en agua, de una manera más rápida que por el método de aplicación al suelo. Los nutrientes penetran en las hojas a través de los estomas que se encuentran en el haz o envés de las hojas y también a través de espacios submicroscópicos denominados ectodesmos en las hojas y al dilatarse la cutícula de las hojas se producen espacios vacíos que permiten la penetración de nutrientes (Salas, R. 2002).

Los nutrientes se absorben por el follaje con una velocidad notablemente diferente. El nitrógeno se destaca por su rapidez de absorción necesitando de 0,5 a 2 horas para que el 50% de lo aplicado penetre en la planta. Los demás elementos requieren tiempos diferentes y se destaca el fósforo por su lenta absorción, requiriendo hasta 10 días para que el 50% sea absorbido. En el Cuadro 2, se detallan tiempos de absorción de algunos nutrientes importantes necesarios para el desarrollo de la planta (Salas, R. 2002).

CUADRO 2. TIEMPOS DE ABSORCIÓN FOLIAR

Nutriente	Tiempo para que se absorba el 50% del producto
N (urea)	0,5 – 2 h
P	5-10 días
K	10-24 h
Ca	1-2 días
Mg	2-5 h
S	8 días
Mn	1-2 días
Zn	1-2 días
Mo	10-20 días
Fe	10-20 días

Fuente: BERTSCH, F. 1995.

Una vez que se ha realizado la absorción, las sustancias nutritivas se mueven dentro de la planta utilizando varias vías: a) la corriente de transpiración vía xilema, b) las paredes celulares, c) el floema y otras células vivas y d) los espacios intercelulares. La principal vía de translocación de nutrimentos aplicados al follaje es el floema. El movimiento de célula a célula ocurre a través del protoplasma, por las paredes o espacios intercelulares. El movimiento por el floema se inicia desde la hoja donde se absorben y sintetizan los compuestos orgánicos, hacia los lugares donde se utilizan o almacenan dichos compuestos. En consecuencia, las soluciones aplicadas al follaje no se moverán hacia otras estructuras de la planta hasta tanto no se produzca movimiento de sustancias orgánicas producto de la fotosíntesis. (Salas, R. 2002).

Indica Bertsch, F. (1995) que luego de su absorción, el nutrimento se traslada al floema para ser distribuido. La movilidad dentro de la planta (Cuadro 3) depende especialmente del elemento y su formulación, sin embargo también es posible que varíe con la especie y la variedad.

CUADRO 3. MOVILIDAD DE LOS NUTRIMENTOS EN LA PLANTA

Nutrimento	Movilidad
N-K-Na	Muy móvil
P-Cl-S	Móvil
Zn-Cu-Mg- Fe-Mo	Semi móvil
B-Mn-Ca	Inmóvil

Fuente: DOMÍNGUEZ, V. 1977.

4. Factores determinantes en la eficiencia de la fertilización foliar

a. Relacionados con la planta

1) Genéticos

Grosor y permeabilidad de la cutícula, número y distribución de los estomas, vellosidad o pubescencia de la superficie foliar, ángulo de inserción de las hojas, edad de las hojas, turgencia y humedad de las hojas. La mayoría de estos factores son controlados genéticamente y también dependen de la especie o variedad de la planta. (Venegas, C. 2004).

2) Nivel nutricional y estado de crecimiento

Las aplicaciones de P, S, Fe, Cu, Mn y Zn deben aplicarse en estado temprano del crecimiento (Venegas, C. 2004).

Las aplicaciones de N, K, B, Ca y Mg tienen su mejor respuesta en los estados de floración y fructificación (Venegas, C. 2004).

b. Relacionados con el ambiente

Del ambiente se debe considerar la temperatura siendo la adecuada de 18-25°C, humedad relativa alrededor de un 70%, el viento, la luz un factor importante en la fotosíntesis y la hora de aplicación debe ser o muy temprano (menor de las 9h00) o en las tardes (mayor de las 17h00) (Arcos, F. 2012).

c. Relacionados con la formulación foliar

Se debe considerar el tipo de solución nutritiva, la concentración de la solución, la dosis de aplicación, la técnica de aplicación, el pH de la solución, el ión acompañante en la aspersión, los penetrantes, humectantes y adherentes (Bertsch, F. 1995).

5. Ventajas de la fertilización foliar

Permite una rápida utilización de los nutrientes, corrigiendo deficiencias en corto plazo, lo cual muchas veces no es posible mediante la fertilización al suelo; permite el aporte de nutrientes cuando existen problemas de fijación en el suelo; es la mejor manera de aportar micronutrientes a los cultivos; ayuda a mantener la actividad fotosintética de las hojas; estimula la absorción de nutrientes aún con dosis baja, además de su acción nutritiva, tiene un efecto parcialmente estimulante de los procesos productivos de las plantas, estimulando el crecimiento y su capacidad de asimilar, lo cual se manifiesta en una mayor absorción de nutrientes y un mejor rendimiento a la cosecha; permite el aporte de nutrientes en condiciones de emergencia o estrés, como: sequía, inundación y bajas temperaturas (Asad, A. 2003).

a. Sequía

Las plantas absorben nutrientes a través de una solución en la cual éstos están disueltos. En el caso de un estrés hídrico, esta absorción se dificulta severamente limitando la nutrición y comprometiendo el desarrollo del cultivo. En este caso, el aporte de nutrientes vía foliar, permite aliviar esta dificultad. (Asad, A. 2003).

b. Inundación

El efecto del exceso de agua en el suelo, tiene un efecto similar al de la sequía. En este caso, la falta de oxígeno suficiente para la actividad radicular, presenta la misma consecuencia para la planta, de no poder absorber la cantidad de nutrientes necesaria, presentando en este caso la nutrición vía foliar una alternativa adecuada (Asad, A. 2003).

c. Bajas temperaturas

El efecto de las bajas temperaturas se manifiesta en el daño que puede sufrir el follaje y en su efecto en el suelo. Las heladas pueden ocasionar un daño tal al follaje, que se limite la actividad fotosintética de la planta, limitándose por ende, la absorción de nutrientes. En este caso, las aplicaciones foliares, de más rápida respuesta, permiten que la planta se

recupere más rápidamente de esta condición de estrés. Por otra parte, en las latitudes extremas, es frecuente que las bajas temperaturas congelen el suelo, limitándose en este caso la actividad de las raíces. Aquí también, la nutrición vía aplicaciones foliares ayuda las plantas a sobrellevar esta situación adversa (Asad, A. 2003).

6. Limitaciones de la fertilización foliar

a. Riesgo de fitotoxicidad

Las especies vegetales son sensibles a las aplicaciones foliares de soluciones nutritivas concentradas. Para cada nutriente existen valores límites de concentración, sobre estos la planta se afecta en su normal desarrollo (Segura A. 1993).

b. Dosis limitadas de macronutrientes

El riesgo de fitotoxicidad recientemente indicado, sumado al hecho que el requerimiento de macronutrientes, tal como su nombre lo indica, es de elevada magnitud, limita la nutrición foliar de estos elementos, quedando restringida a complementar la fertilización al suelo o a corregir deficiencias en casos particulares (Segura A. 1993).

c. Requiere un buen desarrollo del follaje

La nutrición foliar depende de la absorción que se realiza a través del follaje. Si este tiene un desarrollo limitado, la aplicación no será eficiente. Los mejores resultados se obtienen mientras mayor sea el desarrollo del follaje (Segura A. 1993).

d. Costo de materias primas

Para las aplicaciones foliares se requieren sales de elevada solubilidad y sin impurezas, para evitar el taponamiento de las boquillas y los riesgos de fitotoxicidad. Estos productos son de mayor valor que los fertilizantes convencionales que se aplican al suelo (Segura A. 1993).

e. Pérdidas en la aspersión

Para asegurar una buena absorción de la solución nutritiva aplicada, se debe asegurar un buen mojamiento del follaje. Luego, se deben aplicar grandes cantidades de solución, resultando inevitable que una parte de ésta escurra por gravedad y caiga al suelo. Por esto, es conveniente evaluar la utilización de aditivos (Segura A. 1993).

C. CULTIVO DE BRÓCOLI

1. Origen

La zona noreste del Mediterráneo (desde Grecia hasta Siria) y Asia Menor, sería su centro de origen más probable, siendo conocida desde antes de la era cristiana (Krarup, C. 1998).

Según Ogden, S. (1992), el centro de origen más probable, es el área noreste del mediterráneo y luego fue introducido a Italia antes del Imperio Romano y posteriormente a otros países de Europa Occidental. La introducción a Inglaterra habría ocurrido después del 1700 y de allí habría sido llevado al este de los Estados Unidos, país en que las primeras descripciones datan de inicio del siglo XIX.

2. Clasificación taxonómica

Reino: *Plantae*, División: *Magnoliophyta*, Clase: *Magnoliopsida*, Orden: *Brassicales*, Familia: *Brassicaceae*, Género: *Brassica*, Especie: *Brassica oleracea* L, Nombre común: Brócoli (USDA, 2013).

3. Cultivar

Cassola, A. y Peralta, G. (2009), señalan que es el conjunto de plantas que han sufrido modificaciones hechas por el hombre adquiriendo caracteres diferenciales y homogéneos y que pueden reproducirse por semillas.

Es la variedad de cualquier especie vegetal cultivada, en contraposición con aquella que crece en estado silvestre. El término es una contracción de las palabras “variedad cultivada” y suele abreviarse como cv. Unos pocos cultivares se han formado de manera espontánea en los jardines, pero la mayoría son productos de la selección deliberada de los especialistas y horticultores con el fin de mejorar características como el tamaño y color de la flor, el rendimiento o la resistencia a las enfermedades (Judd, A. 2002).

a. Cultivar Mónaco

El cultivar Mónaco, un brócoli rústico de planta fuerte, su ciclo va de 90 a 110 días, variando según condiciones climáticas y época de trasplante, se adapta a distintas épocas de cultivo, presenta una cabeza redondeada, uniforme y compacta de color azulado muy atractivo. Tiene unos floretes cortos y de grano fino, con una buena conservación después de su recolección. Recomendado tanto para mercado fresco como para industria (Syngenta, 2014).

Mónaco es muy vigorosa y tiene un excelente sistema radicular, no produce brotes axilares, tiene muy buen comportamiento ante mildiu sistémico (Syngenta, 2014).

En Europa es la variedad de referencia en brócoli para procesados. Además posee muy buena capacidad para no “pasarse” en el campo y soporta la demora en la cosecha una vez que ha alcanzado el punto óptimo de madurez. Todas estas características confieren a Mónaco un alto potencial de rendimiento en cabezas y floretes (Syngenta, 2014).

4. Características botánicas

a. Raíz

Las raíces secundarias son abundantes dentro de ellas se destaca una raíz pivotante que penetra hasta 1.20 m; su zona radicular amplia le permite un buen anclaje y alta capacidad de absorción de agua y nutrientes (Barahona, M. 2002).

b. Tallo

El brócoli desarrolla un tallo principal con un diámetro de 2 - 6 cm, 20 - 50cm de largo, sobre el que se disponen las hojas, con una apariencia de roseta, donde termina la inflorescencia principal (Maroto, B. 1983).

c. Hojas

Son de tamaño grande, de hasta 50 cm de longitud y 30 cm de ancho, varían en número, de 15 a 30 según el cultivar, constituida por una lámina que generalmente es lobulada. La superficie foliar está cubierta de ceras que dificultan el mojado y causan el escurrimiento del agua (Krarup, C. 1992).

d. Flores

La inflorescencia inmadura (pella), de color verde debido a los sépalos que encierran la flor inmadura, que se sientan sobre un pedicelo y éste a la vez se inserta sobre el pedúnculo. Debido al fenómeno de autoincompatibilidad, el brócoli presenta polinización cruzada entomófila (Fernández, R. 2004).

e. Fruto

El fruto del brócoli es una silicua con más de 10 semillas que a su madurez salen libremente al exterior (Fernández, R. 2004).

f. Semillas

Las semillas son redondas de color pardusco; en un gramo pueden existir de 250 a 300 semillas, dependiendo del cultivar, con una capacidad germinativa de cuatro años (Fernández, R. 2004).

5. Fases del cultivo

a. Crecimiento

La planta durante la etapa de crecimiento que inicia luego de unos días de trasplantada desarrolla solamente hojas hasta que se da lugar a la inducción floral (Santoyo, J. 2011).

b. Inducción floral

Después de haber transcurridos 61 días después del trasplante se da inicio a la floración y al mismo tiempo la planta sigue brotando hojas de tamaño más pequeño que en la fase de crecimiento (Santoyo, J. 2011).

c. Formación de pellas

La formación de pellas se da a los días 61- 63 días después del trasplante y aproximadamente a los 87 hasta los 93 días para el inicio de la cosecha (Santoyo, J. 2011).

d. Floración

Los tallos que sustentan las partes de la pella inician un crecimiento en longitud, con apertura de las flores (Santoyo, J. 2011).

e. Fructificación

Se forman los frutos (silicuas) y semilla (Santoyo, J. 2011).

6. Requerimientos del cultivo

a. Requerimientos edáficos

En lo que se refiere a las características del suelo Knott, J. (1979), dice que el repollo se desarrolla bien con un pH de 6.0 y 6.8; aunque las hortalizas crecen en diferentes tipos de suelo. Su mejor desarrollo y producción se obtiene, cuando se cultivan en suelo franco y profundo, se requiere que los suelos tengan un alto porcentaje de materia orgánica; puesto que cuando carecen de dicho elemento, hay problemas en el desarrollo radicular de las plantas.

b. Requerimientos climáticos

La temperatura óptima va entre 13-15°C. La calidad de la inflorescencia es mejor cuando la madurez ocurre en una temperatura promedio mensual de 15°C aproximadamente. La precipitación anual debe fluctuar entre 800-1200mm. La altitud va entre 2600–3000 metros sobre el nivel del mar. La humedad relativa no puede ser menor al 70% y se espera un 80% como condición ideal. Requiere fotoperiodo neutro (Nieuwhof, M. 1969).

El brócoli requiere una temperatura ideal de 15° C, es muy sensible al calor, resiste a las heladas, pero se afectan las inflorescencias, produciéndose manchas de color marrón que desmerecen la calidad comercial. (Vigliola, M. 1991).

7. Composición nutricional

Según USDA (2013), el brócoli tiene un alto valor nutricional y medicinal que radica principalmente en su alto contenido de vitaminas, minerales, carbohidratos y proteínas. Los datos de la composición nutricional se deben interpretar por 100g de la porción comestible.

CUADRO 4. COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DEL BRÓCOLI

Compuesto	Cantidad
Calorías	28 Kcal
Agua	90,69 g
Proteína	2,98 g
Grasa	0,35 g
Cenizas	0,92 g
Carbohidratos	5,24 g
Fibra	3 g
Calcio	48 mg
Hierro	0,88 mg
Fósforo	66 mg
Vitamina C	93,2 mg

Fuente: USDA, 2013.

8. Manejo del cultivo

a. Preparación del suelo

Después del arado se procede a la nivelación, que en un cultivo tan intensivo y de ciclo tan corto como el brócoli tiene mucha importancia, pues esta favorece una distribución uniforme del riego, fertilización y cosecha (Padilla, W. 1998).

b. Densidad de siembra.

Las densidades comerciales van de 40000 a 66000 plantas por hectárea, con distancias entre surcos de 0.65 a 0.75 m y 0.33 m entre plantas y con distancias de 0.90 m a 1.0m cuando se siembra en doble hilera, la distancia entre estas de 0.25 a 0.30 m, se mantiene 3 plantas por metro (Barahona, M. 2002). Para Krarup, C. (1992) normalmente se emplean unas densidades de 55.555 plantas/ha en marcos de plantación de 0,60 m entre hileras y 0,30 m entre plantas.

c. Trasplante

El trasplante se hace cuando las plántulas han desarrollado entre tres y cuatro hojas verdaderas, se deberán eliminar las plantas débiles y las que tengan la yema terminal abortada, particularmente importante en las variedades de pella (Loachamin, D. 2000).

d. Fertilización edáfica

CUADRO 5. NIVEL DE EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES DEL CULTIVO DE BRÓCOLI

Elemento nutricional	Cantidad (Kg/ha)
N	270
P ₂ O ₅	60
K ₂ O	270
MgO	25
SO ₃	100

Fuente: AVENDAÑO, F. 2008.

CUADRO 6. EFICIENCIA DE LOS FERTILIZANTES

Elemento nutricional	Eficiencia (%)
N	60
P	40
K	70
Mg	70
Ca	70
S	70

Fuente: ARCOS, F. 2012.

CUADRO 7. REQUERIMIENTOS DE FERTILIZACIÓN DEL BRÓCOLI

Elemento nutricional	Cantidad (Kg/ha)
N	270
P ₂ O ₅	80
K ₂ O	250
Ca	80
Mg	29
B	0,61

Fuente: ANTON, P. 2004.

e. Riego.

En la práctica, los riegos iniciales deben ser frecuentes para asegurar el establecimiento de las plantas al trasplantar; luego se debe regar cada 7 a 10 días, dependiendo de las temperaturas existentes. Es importante mantener una adecuada y permanente disponibilidad de agua en la zona de extracción de formación, que son superficiales (Krarup, C. 1992).

Barahona, M. (2002) recomienda riegos antes y después del trasplante, el tercer riego a los 3 días, el cuarto a los 7 días, y luego de 6 a 12 riegos con intervalos semanales, dependiendo éstos de la estación, textura de suelo y disponibilidad de agua.

f. Control de malezas y aporque.

La presencia de malezas significa una competencia por agua, elementos nutritivos, luz y otras dificultades (reservorio de plagas, dificultad de labores, etc.), por lo que deben ser controladas oportunamente, antes de que produzcan daño (Qasem, J. 2003).

Según SICA (2004), el control de malezas en brócoli se debe realizar manualmente y no se recomienda el control químico con herbicidas debido a que el brócoli sería bastante sensible a este tipo de productos. El control de malezas debe ser realizada superficialmente

con la finalidad de evitar roturas de las raíces. En cultivares precoces es suficiente una deshierba y esto acompañado de un aporque; lo contrario es en los cultivares tardíos en la cual se practican de dos a tres deshierbas manuales, a los 15 y 30 días después del trasplante, además que ayuda en la aireación del suelo.

g. Control de plagas

1) Gusano trozador (*Agrotis sp.*)

Larva pequeña que ataca después del trasplante, se alimenta inicialmente de las raíces y tejidos jóvenes, finalmente corta la planta en el tallo y causa la muerte. El control se realiza mediante una adecuada preparación del suelo, donde al quedar las pupas expuestas al sol, las aves depredadoras y la destrucción mecánica con rastras, eliminan de forma eficaz. (Pinzón, H. 2001).

2) Pulgón (*Brevicoryne brassicae*)

Insectos chupadores que se agrupan en el envés de las hojas y causan deformaciones, estos se desarrollan en época caliente y seca (Proexant, 1992).

Se presenta en climas secos y de baja humedad, afecta a la parte foliar de la planta así como también a la pella, ocasionando manchas de color blanquecino en las hojas mientras que en las pellas ocasiona anillos concéntricos y galerías en el interior de esta. Se puede prevenir aumentando la humedad en el cultivo (Chávez, F. 2001).

La aplicación de aspersiones foliares a base de jabón prieto en dosis de 250gr en 20 litros de agua con intervalos de cinco días y además aspersiones a base de decocción de tabaco (12onz en 60 litros de agua) ejercen un buen control (Suquilanda, M. 1996).

3) Gusano minador (*Plutella xylostella*)

Se alimenta del follaje, lo que afecta directamente la calidad de las pellas de brócoli, al contaminarlas con la presencia de larvas, pupas y excrementos. Un método de control importante es la utilización de la bacteria *Bacillus thuringiensis* que causa que el sistema digestivo de la larva se desintegre y muera (Pinzón, H. 2001).

CUADRO 8. PLAGAS DEL CULTIVO DE BRÓCOLI, SUS BIOPROTECTORES Y EXTRACTOS ORGÁNICOS

Nombre común	Nombre científico	Bioprotector y Extractos orgánicos
Gusano trozador	<i>Agrotis sp.</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Pulgón	<i>Brevicoryne brassicae</i>	<i>Verticillium lecanii</i> <i>Entomophthora virulenta</i> Extracto de Neem Extracto de barbasco
Gusano minador	<i>Plutella xylostella</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i> Extracto de Neem
Pulgón verde	<i>Myzus persicae</i>	<i>Entomophthora virulenta</i>
Gusano medidor	<i>Trichoplusia ni</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>
Gusano de la col	<i>Pieris monuste</i>	<i>Bacillus thuringiensis</i>

Fuente: CHÁVEZ, F. 2001.

h. Control de Enfermedades

1) Mildiú vellosa (*Peronospora parasitica*)

Se presenta en la parte inferior de las hojas como pequeñas manchas descoloridas y se desarrollan durante la época lluviosa. El agente causal es el hongo *Peronospora parasitica*, y se puede controlar a través del manejo de la humedad relativa. (Chávez, F. 2001).

2) Damping off

Se presenta en semillero, es causada por un conjunto de hongos como: *Fusarium* sp, *Pythium* sp y *Rhizoctonia* sp., que ocasionan un ahorcamiento en el cuello de la raíz; lo cual se puede prevenir utilizando un sustrato bien desinfectado y un buen manejo de agua. (Chávez, F. 2001).

3) Alternaria (*Alternaria brassicae*)

Se presenta debido a un exceso de humedad y ataca principalmente a las hojas, dejando en estos círculos concéntricos necrosados, pudiendo afectar a los tallos; afecta también a las plántulas y se transmite por semilla luego de la cosecha. (Chávez, F. 2001).

CUADRO 9. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE BRÓCOLI Y SUS REGULADORES.

Nombre común	Nombre científico	Regulador
Pudrición del semillero	<i>Fusarium</i> sp, <i>Rhizoctonia</i> sp, <i>Pythium</i> sp.	<i>Trichoderma</i> sp.
Mildiu	<i>Peronospora parasitica</i>	<i>Bacillus</i> sp.
Alternaria	<i>Alternaria brassicae</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
Pudrición de la raíz	<i>Thanatephorus cucumeris</i>	<i>Pseudomonas</i>
Mancha gris	<i>Botrytis cinerea</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
Pudrición del cuello y raíces	<i>Verticillium dahliae</i>	<i>Trichoderma</i> sp.
Cercosporiosis	<i>Cercospora</i> sp.	<i>Aureobasidium pullulans</i>
Cenicilla	<i>Oidium</i> sp.	<i>Tilletiopsis</i> sp.
Marchitez	<i>Fusarium oxysporum</i>	<i>Trichoderma</i> sp.
Hernia	<i>Plasmidiophora brassicae</i>	<i>Pseudomonas</i> sp.
Pudrición negra	<i>Xanthomonas campestris</i>	<i>Actinomyces</i> sp.

Fuente: FALCONÍ, C. 2000.

i. Desórdenes fisiológicos

1) Brotes laterales

Se presentan también bajo condiciones de estrés, la mayoría de genes responsables de esto han sido eliminados de los híbridos modernos, pero algunos expresan su efecto bajo situaciones de estrés (Farrara, B. 2000).

2) Hojas bracteriformes

Este desorden fisiológico es producido por varias causas como: temperaturas muy bajas durante períodos muy cortos, elevación brusca de la temperatura durante la fase de inducción floral, exposición de las plantas a temperaturas excesivamente altas en la fase juvenil. En la superficie de la cabeza o pella del brócoli, se observan pequeñas hojas, que salen de la parte inferior de los primordios florales. Estas pequeñas hojas alcanzan longitudes de 1 a 2 cm (Jaramillo, J. 1983).

3) Manchas genéticas

Es un problema genético, pero puede expresarse más fuerte bajo ciertos ambientes, el problema que los botones de cada brote se desarrollan en secuencia en vez de hacerlos simultáneos, esto resulta en los típicos círculos verdes de brotes más desarrollados alrededor de los centros amarillos de brotes menos desarrollados (Farrara, B. 2000).

La fisiopatía es debido a la respuesta de la planta en cuanto a desarrollo de floretes se refiere. Aunque hay diversos factores que pueden estar involucrados uno de ellos es los cambios bruscos de la temperatura (Jaramillo, J. 1983).

4) Apertura prematura del cogollo prefloral

Consiste en la diferenciación prematura de brotes florales sobre la superficie del cogollo, por lo que en primer lugar se abre el mismo para iniciar la subida a flor, es probable que se deba a temperaturas excesivamente altas (Maroto, B. 1983).

5) Tallo hueco

Se asocia con las condiciones de crecimientos favorables, pero en este caso el rápido crecimiento del tallo causa el desarrollo de grietas internas, que puede provocar un ennegrecimiento y pudrición, hay algunos indicios que lo asocian a deficiencias de boro (Farrara, B. 2000).

j. Síntomas de deficiencia

1) Deficiencia de nitrógeno

Crecimiento lento de las plantas, follaje color verde amarillento (clorosis) y muerte (necrosis) de puntas y bordes de las hojas que comienzan por las hojas más maduras, por lo general la clorosis es más evidente en los tejidos más viejos, puesto que este elemento es móvil de las plantas (Suquilanda, M. 1996).

2) Deficiencias de fósforo

Las hojas se presentan de color verde azulado, provoca enanismo (Suquilanda, M. 1996).

3) Deficiencia de potasio

Las hojas superiores son pequeñas y arrugadas, ocurren necrosis en las puntas y en los márgenes y clorosis internerval en las hojas viejas (Suquilanda, M. 1996).

4) Deficiencia de boro.

Los síntomas comunes de la deficiencia de boro en el brócoli en el campo, son la pobre formación de la cabeza, floretes descoloridos y las hojas mal formadas; esto tiene como consecuencia cultivos no aptos para la comercialización (Pascual, A. 1994).

k. Cosecha.

Loachamin, D. (2000) menciona que la cosecha debe realizarse cuando las inflorescencias presentan su tamaño máximo (aproximadamente 20 cm de diámetro), de consistencia compacta y que no inicien la apertura de las flores. Sin embargo Barahona, M. (2002) manifiesta que deben considerarse dos indicadores físicos para este momento: el tiempo (70 a 80 días de la siembra) y el diámetro de la cabeza (25 cm a 35 cm). La maduración comercial se juzga con diferentes criterios, en base al destino del producto mismo, para los mercados internos se puede esperar que la pella haya alcanzado el máximo diámetro, con tal que se mantenga bien apretadas; si en cambio está destinada a la exportación, se anticipa un poco la cosecha para evitar todo deterioro y pérdida de calidad en el periodo que media entre cosecha y venta (Bolea, J. 1995).

l. Comercialización

Mosquera, J. (2003), señala que el 70% del brócoli congelado de exportación se empaca a granel en fundas de polietileno colocadas a su vez en cajas de cartón corrugado de 5 kg ó 10 kg. Se mantiene cadena de frío de -18°C a -24°C a lo largo del proceso de distribución. Existen varias formas de exportación de brócoli que incluyen el fresco, refrigerado, congelado, IQF, que pueden ser producidos en forma tradicional u orgánica (APROFEL, 2011).

Este sector exporta productos con valor agregado, ya que se corta, calibra en tamaños, congela y empaca el producto, que en muchos casos llega directamente al consumidor final, a los supermercados, cocinas de hoteles y restaurantes (CORPEI, 2009).

El brócoli congelado se comercializa en varias presentaciones, a saber: floretes de brócoli, que son las cabezas del brócoli con tallos de diferentes tamaños; brócoli picado, una mezcla de cuadrados de tallo y pedazos de cabeza de diferentes tamaños; corte de brócoli, una combinación de cuadrados de tallo con cabezas enteras, y por último, los tallos de brócoli picado (Mosquera, J. 2003).

m. Zonas de producción.

Las zonas adecuadas para el cultivo de brócoli están caracterizadas por ser zonas húmedas, montañosas, con clima templado y frío, con alturas entre los 2,700 y 3,200 msnm, por lo que la región andina se convierte en la ideal para este cultivo (APROFEL, 2011).

El Ecuador presenta condiciones ambientales favorables para el cultivo de brócoli gracias a su ubicación en la Línea Equinoccial, que brinda una mayor luminosidad que confiere al producto un color verde muy brillante, distinguiéndolo del resto de la oferta mundial. La producción de brócoli se ha localizado especialmente en la Sierra Centro – Norte, donde Cotopaxi se constituye como la principal provincia productora con el 68% de la producción en el ámbito nacional (Gráfico 1), seguido por Pichincha con el 16% e Imbabura con el 10%; a una altura entre los 2.600 y 3.300 metros sobre el nivel del mar (FAO, 2011).

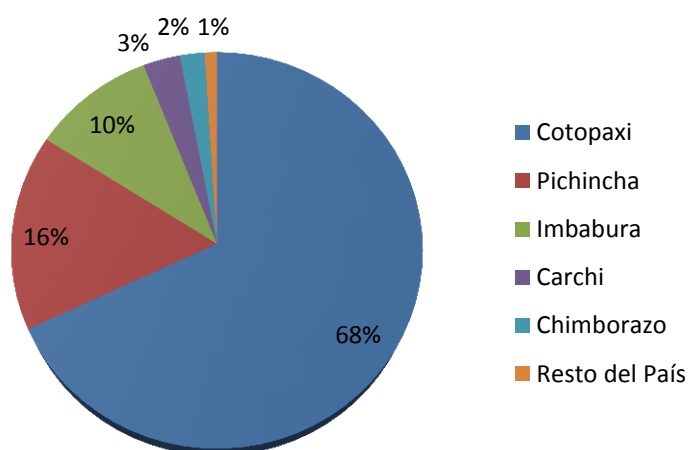


GRÁFICO 1. ZONAS DE PRODUCCIÓN DEL BRÓCOLI EN ECUADOR

Fuente: APROFEL, 2011.

Las principales zonas de producción a nivel mundial son: Alemania, Argelia, Australia, existen otros países, pero que no son competencia directa para Ecuador, estamos ubicados en séptimo lugar como país productor de brócoli, sin que haya dentro de Sudamérica otro país que compita con nosotros, sino más bien son los países de Centroamérica como Guatemala y otros europeos (FAO, 2011).

CUADRO 10. ZONAS DE PRODUCCIÓN DEL BRÓCOLI A NIVEL MUNDIAL

Países	Producción en toneladas
Alemania	144136
Argelia	105829
Australia	66932
Bangladesh	168238
Bélgica	99660
China	9025278
Ecuador	65094
Egipto	201201
España	513783
Estados Unidos de América	301590
Francia	364558
Grecia	85800
Guatemala	57603
India	6745000
Indonesia	113491
Irán (República Islámica)	55982
Italia	420989
Japón	152400
Jordania	62530
Marruecos	104569

Fuente: FAO, 2011.

n. Rendimiento

Según el último Censo Nacional Agropecuario, INEC (2000), la superficie cosechada de brócoli y otras crucíferas, fue de 3.332 hectáreas en el año 2000, con una producción de 50 mil toneladas, con un rendimiento promedio de 14,6 TM por hectárea. En la actualidad, se estima que debido al crecimiento del sector, la superficie sembrada asciende a 6000 hectáreas, con un rendimiento promedio de 18 TM por hectárea.

Según los datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (Magap), los cultivos de brócoli pasaron de 3.416 hectáreas en 2006 a 3.431 ha en 2010. Es decir, se registró un crecimiento de 15 ha. Pero si se compara con el año 2000, el crecimiento es de 99 ha (2.88%), ya que en ese año habían 3.332 ha (FAO, 2011).

Al analizar el rendimiento por provincia productora, se evidencia que la Provincia de Cotopaxi es la de mayor rendimiento, llegando a 23,5 TM por hectárea, contrastando con el promedio del resto de provincias que no llega a 10 TM/Ha. Los mejores rendimientos en cultivos tecnificados pueden alcanzar hasta 35 TM/Ha, considerando temas como tipo de riego, semillas, fertilización y variedades (APROFEL, 2011).

o. Exportaciones

El principal destino es Estados Unidos cuya participación en 2008 fue de 31%, seguido de Alemania con el 18% (Gráfico 2). A lo largo del período analizado, el ranking de los principales países importadores no ha experimentado cambios dinámicos (CORPEI, 2009).

Estados Unidos con 25,7%, Alemania con 22,4% y Holanda con 13,4%; presentaron en 2005 crecimientos sustanciales con respecto al año anterior. En términos generales estos 3 últimos países fueron los mercados con mayor crecimiento en el período. Alemania con un 42% ha sido el primer socio comercial en esta partida en el período 2000 seguido por Holanda con un 14,1% y Japón con un 12,9% en el período analizado (CORPEI, 2009).

Considerando las tendencias del mercado mundial, el Ecuador está incrementando sus cultivos de brócoli orgánico debido a la demanda de esta hortaliza, se ha obtenido muy buenos resultados con la incorporación de abonos orgánicos preparados o descompuestos, constituyendo una tendencia al uso por el grado de calidad que proporciona al producto (CORPEI, 2009).

Según datos de APROFEL (2011), la exportación de brócoli a Estados Unidos es de alrededor de 100 contenedores mensuales, lo que representa 2.000 toneladas que equivalen a cerca de USD 2'000.000, es decir el 40% de las exportaciones totales del Ecuador.

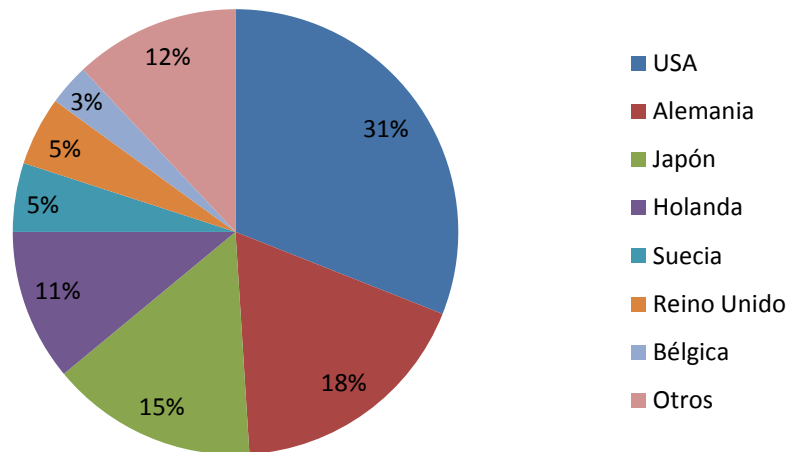


GRÁFICO 2. DESTINO DE LAS EXPORTACIONES DE BRÓCOLI

Fuente: CORPEI, 2009.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.

1. Localización

El trabajo de titulación se realizó en el predio del Departamento de Horticultura de la Escuela de Ingeniería Agronómica, Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en la Parroquia Licán, Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

2. Ubicación geográfica

- a. Altitud: 2820m.s.n.m
- b. Latitud: 1° 41' 05" S
- c. Longitud: 78° 40' 20" W (Estación Agrometeorológica, ESPOCH, 2014).

3. Características climáticas

- a. Temperatura media: 12.9°C
- b. Humedad media relativa: 63,8%
- c. Precipitación: 140mm (Estación Agrometeorológica, ESPOCH, 2014).

4. Clasificación ecológica

Según Holdrige (1982), la zona donde se realizó la experimentación corresponde a la formación ecológica Estepa Espinoza Montano Bajo (ee-MB).

5. Características del suelo

a. Características físicas

- 1) Textura: Arena franca
- 2) Estructura: Suelta
- 3) Pendiente: Plana (< 2%)
- 4) Drenaje: Bueno
- 5) Permeabilidad: Bueno (Laboratorio de suelos, FRN, ESPOCH, 2014).

b. Características químicas

CUADRO 11. CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL SUELO

Elementos	Valor	Unidad
pH	8.5	
M.O	2.2	%
NH ₄	4.7	ppm
P	46.6	ppm
K	68.8	ppm
Ca	973.8	ppm
Mg	102.6	ppm
Mn	0.36	ppm
Zn	1.52	ppm
Fe	3.4	ppm

Fuente: LABORATORIO DE SUELOS, FRN, 2014.

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales de oficina

Libreta de campo, lápiz, computador, impresora, marcadores, calculadora, regla.

2. Equipos y herramientas de campo

Azadones, azadas, rastrillos, estacas, cinta métrica, flexómetro, piolas, barreno, hoyadoras, insumos fitosanitarios, bomba de mochila, balanza analítica, mascarilla, botas de caucho, guantes, rótulos de identificación, calibrador digital, cámara fotográfica.

C. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

CUADRO 12. CARACTERÍSTICAS DEL CAMPO EXPERIMENTAL

Descripción	Unidad
Número de tratamientos	4
Numero de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Área total del ensayo	713 m ²
Forma de la parcela	Rectangular
Ancho de la parcela	4,5 m
Largo de la parcela	6 m
Área total de la parcela	27 m ²
Distancia entre plantas	0,30 m
Distancia entre hileras	0,60 m
Número de hileras	10
Número de plantas por hilera	15
Número de plantas/ parcela	150
Número total de plantas	2400
Número de plantas a evaluar/ parcela	10
Área neta de la parcela	17,5 m ²
Distancia entre bloques	1 m
Distancia entre parcelas	1 m
Efecto borde	0,5 m

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

D. DISEÑO EXPERIMENTAL

1. Tipo de diseño

El diseño experimental que se utilizó es el Diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con 4 tratamientos y 4 repeticiones.

2. Análisis funcional

Se determinó el coeficiente de variación, expresado en porcentaje.

Se realizó la prueba de Tukey al 5% para la separación de medias de los tratamientos.

3. Análisis económico

Se realizó el análisis económico según Perrin et al.

4. Esquema del análisis de varianza

CUADRO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA

Fuentes de variación	Fórmula	Grados de libertad
Bloques	$(n - 1)$	3
Tratamientos	$(a - 1)$	3
Lineal		1
Cuadrático		1
Cúbico		1
Error	$(a - 1) * (n - 1)$	9
Total	$(a * n) - 1$	15

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

E. FACTORES EN ESTUDIO

1. Materiales de experimentación

Se utilizó: material vegetativo (plántulas de brócoli cultivar Mónaco), fertilizante foliar orgánico (bioplus).

2. Bloques

Bloque 1: repetición 1

Bloque 2: repetición 2

Bloque 3: repetición 3

Bloque 4: repetición 4

3. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio fueron 4, con 4 repeticiones cada uno.

Cuadro 14. Tratamientos en estudio

Tratamientos	Dosis (cc/l)	Descripción
T1	0	Testigo
T2	2	Dosis baja
T3	4	Dosis media
T4	6	Dosis alta

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

4. Unidades de producción

La unidad de producción estuvo constituida por la parcela neta, conformada de 10 plantas por tratamiento escogidas al azar, luego de eliminar el efecto borde de cada una de las parcelas.

F. VARIABLES Y MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1. Altura de plantas

Se midió la altura de plantas desde la base del tallo hasta el ápice a los 28, 42, 56 y 70 días después del trasplante, expresando los resultados en centímetros.

2. Número de hijuelos por planta

Se contabilizó el número de hijuelos por planta a los 28, 42, 56 y 70 días después del trasplante.

3. Días a la aparición de pella

Se contabilizó el número de días desde el trasplante hasta el aparecimiento de la pella (1cm de diámetro).

4. Días a la cosecha

Se contabilizó el número de días desde el trasplante hasta la cosecha para la agroindustria.

5. Porcentaje de pellas con manchas genéticas

Se contabilizó el número total de pellas cosechadas, luego se procedió a contar las pellas afectadas por manchas genéticas de cada tratamiento en estudio y se aplicó la fórmula.

$$\% \text{ de pellas con manchas genéticas} = \frac{\text{Número de pellas con manchas}}{\text{Número total de pellas}} \times 100$$

6. Peso de pella

Se determinó el peso de pellas de la parcela neta en gramos.

7. Diámetro de pella

Se midió el diámetro de pella expresado en centímetros, esto al momento de la cosecha, y se calculó su diámetro ecuatorial mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Diámetro} = \frac{\text{perímetro}}{\pi}$$

8. Rendimiento

Se realizó la sumatoria de los pesos de las pellas comerciales obtenidas por parcela neta y se proyectó el rendimiento en Kg/parcela neta y Tn/ha.

9. Análisis económico de los tratamientos

Se determinó el cálculo económico mediante el método de Perrin et al.

G. MANEJO DEL ENSAYO

1. Labores pre-culturales

a. Muestreo de suelo

Se realizó el muestreo del suelo, a través del método del zigzag a una profundidad de 20 cm, para enviarlo al laboratorio para su análisis físico – químico.

b. Preparación del terreno

Se realizó dos pases de rastra con la finalidad de obtener un suelo suelto y mullido a una profundidad de 20 a 30 cm. Profundidad en la que se desarrollan las raíces de las hortalizas.

c. Nivelación del terreno

Se realizó la nivelación del suelo con la ayuda de rastrillos para obtener una distribución homogénea del lote.

d. Surcado

Se realizó manualmente con la ayuda de una azada, dejando surcos separados entre sí de 0.6 m.

e. Trazado del lote

Se trazó el lote de acuerdo a las especificaciones de la parcela experimental (Anexo 1).

f. Hoyado

Se realizó hoyos a una profundidad de 0,30 m, para depositar los fertilizantes necesarios en cada hoyo.

g. Desinfestación del hoyo

Se desinfestó el hoyo utilizando productos biológicos.

Para tratar el problema de la presencia de hongos se utilizó Trichobiol (Ingrediente activo: *Trichoderma harzianum*, *T. lignorum*, *T. viridae*, *T. koningii*, *T. hamatum*).

Para el control de insectos se utilizó, Beauveriplant (Ingrediente activo: *Beauveria bassiana*), Metabiol (Ingrediente activo: *Metarhizium anisopliae*) y Bacillus (Ingrediente activo: *Bacillus thuringiensis* var. *Kurstaki*).

Para el control de nematodos se utilizó Lilacinol (Ingrediente activo: *Paecilomyces lilacinus*).

2. Labores culturales

a. **Trasplante**

Se realizó con plántulas obtenidas por el método de pilones con 3 a 4 hojas verdaderas, se trasplantó en forma manual a 0.3 m entre planta.

b. **Abonado**

1) **Fertilización edáfica**

Se realizó tomando en cuenta el análisis químico del suelo (Anexo 2) realizado en el laboratorio de suelos de la ESPOCH, y en base a los requerimientos de fertilización del cultivo de brócoli (Cuadro 7), se utilizó los fertilizantes permitidos en agricultura orgánica como ferthigue, roca fosfórica, sulfato de potasio, sulfato de magnesio y zeolita, el ferthigue como fuente de nitrógeno fue aplicado en tres partes, el primero al momento del trasplante, el segundo se aplicó a los 21 días después del trasplante y el tercero a los 42 días después del trasplante, de esta forma el cultivo puede aprovechar los nutrientes durante todo su ciclo. Se colocaron los fertilizantes en el interior del hoyo, posterior a esto se mezcló con una delgada capa de tierra para evitar el contacto con la plántula.

CUADRO 15. CANTIDAD DE FERTILIZANTE UTILIZADO

Fertilizante	Inicial (kg)	Primer aporque (kg)	Segundo aporque (kg)	Total (kg)
Ferthigue	81,33	81,33	81,33	244
Roca fosfórica	41,79	-	-	41,79
Sulfato de potasio	5,86	-	-	5,86
Sulfato de Magnesio	12,10	-	-	12,10
Zeolita	0,28	-	-	0,28

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

2) Fertilización foliar

Se aplicó el producto orgánico bioplus en diferentes dosis desde 2cc/litro hasta 6cc/litro cada 7 días después del trasplante.

c. Riego

Se procedió a dar un riego abundante un día antes del trasplante para tener el suelo a capacidad de campo, posterior al trasplante unas horas después se dotó de riego para obtener un buen número de plantas prendidas. En la fase de establecimiento y desarrollo, el riego se realizó dependiendo del clima (Anexo 17, 18 y 19) y la necesidad del cultivo, en la fase de formación y desarrollo de la pella se efectuó el riego con una frecuencia de 2 días hasta la cosecha tomando en cuenta que la humedad en esta etapa es primordial para el desarrollo de la pella.

d. Control de malezas

Se realizó de forma manual, la primera a los 15 días y la segunda a los 21 días y la última a los 42 días después del trasplante con la finalidad de que el terreno se mantenga limpio de malezas y al mismo tiempo aflojar la capa superficial para posibilitar la aireación del sistema de raíces de las plantas.

e. Aporque

Se realizó el primer aporque acompañado de la deshierba y de la fertilización complementaria a los 21 días después del trasplante y el segundo aporque acompañado de la deshierba y de la fertilización complementaria a los 42 días después del trasplante.

f. Control fitosanitario

Se realizaron los correspondientes controles de plagas y enfermedades, con productos preventivos y curativos, siguiendo los parámetros de ingredientes activos permitidos por la agricultura orgánica.

Para el control del pulgón (*Brevicoryne brassicae*) se utilizó Almendro, que es un insecticida biológico en dosis de 2,5 cc/lit, mezclado con Ricin-oil en dosis de 1cc/lit.

Para el control del gusano trozador (*Agrotis sp.*) se utilizó Beauveriplant (Ingrediente activo: *Beauveria bassiana*), Metabiol (Ingrediente activo: *Metarhizium anisopliae*) y Bacillus (Ingrediente activo: *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*).

Para el control del gusano minador (*Plutella xylostella*) se utilizó Bacillus (Ingrediente activo: *Bacillus thuringiensis var. Kurstaki*).

Para el control de damping off se utilizó Trichobiol (Ingrediente activo: *Trichoderma harzianum*, *T. lignorum*, *T. viridae*, *T. koningii*, *T. hamatum*).

Para el control de alternaria (*Alternaria brassicae*) y cercosporiosis (*Cercospora sp.*) se utilizó Citrubact (Ingrediente activo: ácido cítrico, ácido ascórbico, ácido yohídrico, cobre, iodocitrato de cobre) al aparecer los primeros síntomas de las enfermedades.

g. Cosecha

Se realizó la cosecha en forma manual utilizando gavetas de plástico, luego se procedió a pesar y observar si tenían plagas, manchas genéticas, entre otros; parámetros que deben cumplir las pellas de exportación.

h. Comercialización

La venta se realizó en HUERTOS GZ, a un valor de \$0,27/kg, para la exportación.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. RESULTADOS

1. Altura de planta

a) **Altura de planta a los 28 ddt**

En el análisis de varianza para altura de planta a los 28 días después del trasplante (Cuadro 16; Anexo 3), presenta diferencia no significativa entre tratamientos.

El coeficiente de variación 7,73%.

CUADRO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 28 DDT

FV	GL	SC	CM	F.CAL.	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	6,26	2,09	2,76	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	3,21	1,07	1,41	3,86	6,99	ns
Error	9	6,81	0,76				
TOTAL	15	16,28					
Media	11,26						
CV %	7,73						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ns: No significativo, ddt: días después del trasplante

b) **Altura de planta a los 42 ddt**

En el análisis de varianza para altura de planta a los 42 días después del trasplante (Cuadro 17; Anexo 4), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal. No presenta diferencia significativa para las proyecciones cuadrática y cúbica.

El coeficiente de variación 8,80%.

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 42 ddt (Cuadro 18) presenta dos rangos. En el rango “A” se ubican las aplicaciones en dosis alta de bioplus de 6cc/l (T4) con una media de 31,03cm y en dosis media de bioplus de 4cc/l (T3) con una media de 30,66cm En el rango “B” se ubica el testigo (T1) con una media de 22,68cm.

En el gráfico 3, para altura de planta a los 42 ddt, podemos observar que con el testigo (T1) se obtuvo menor crecimiento (22,68 cm), mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo mayor crecimiento (31,03 cm), existiendo una diferencia del 26,9% (8,35cm) entre éstos tratamientos.

CUADRO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 42 DDT

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	15,64	5,21	0,88	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	186,14	62,05	10,43	3,86	6,99	**
Lineal	1	170,76	170,76	28,71	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	12,04	12,04	2,02	5,12	10,56	ns
Cúbico	1	3,34	3,34	0,56	5,12	10,56	ns
Error	9	53,54	5,95				
TOTAL	15	255,32					
Media	27,72						
CV %	8,80						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ns: No significativo, **: Altamente significativo, ddt: días después del trasplante

CUADRO 18. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE LA PLANTA A LOS 42 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (cm)	RANGO
T4	6cc/l	Alta	31,03	A
T3	4cc/l	Media	30,66	A
T2	2cc/l	Baja	26,52	AB
T1	Testigo		22,68	B

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ddt: Días después del trasplante

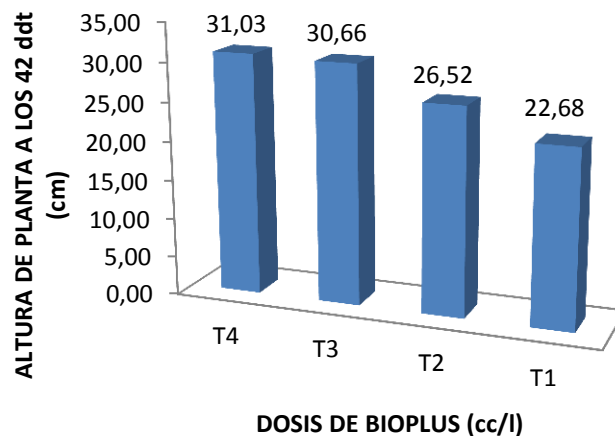


GRÁFICO 3. ALTURA DE PLANTA A LOS 42 DDT

c) Altura de planta a los 56 ddt

En el análisis de varianza para altura de planta a los 56 días después del trasplante (Cuadro 19; Anexo 5), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal. No presenta diferencia significativa para las proyecciones cuadrática y cúbica.

El coeficiente de variación 6,03%.

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 56 ddt (Cuadro 20) presenta tres rangos. En el rango “A” se ubican las aplicaciones en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 43,04cm, en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 39,62cm. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 30,85cm. En el rango “C” se ubica el testigo (T1) con una media de 25,59cm.

En el gráfico 4, para altura de planta a los 56 ddt, podemos observar que con el testigo (T1) se obtuvo menor crecimiento (25,59cm), mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo mayor crecimiento (43,04cm), existiendo una diferencia del 40,6% (17,45cm) entre éstos tratamientos.

**CUADRO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS
56 DDT**

FV	GL	SC	CM	F CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	12,37	4,12	0,94	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	766,16	255,39	58,15	3,86	6,99	**
Lineal	1	747,07	747,07	170,12	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	3,41	3,41	0,78	5,12	10,56	ns
Cúbico	1	15,67	15,67	3,57	5,12	10,56	ns
Error	9	39,52	4,39				
TOTAL	15	818,05					
Media	34,77						
CV %	6,03						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ns: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo

**CUADRO 20. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA A LOS
56 DDT**

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)		MEDIAS (cm)	RANGO
T4	6	Alta	43,04	A
T3	4	Media	39,62	A
T2	2	Baja	30,85	B
T1	Testigo		25,59	C

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

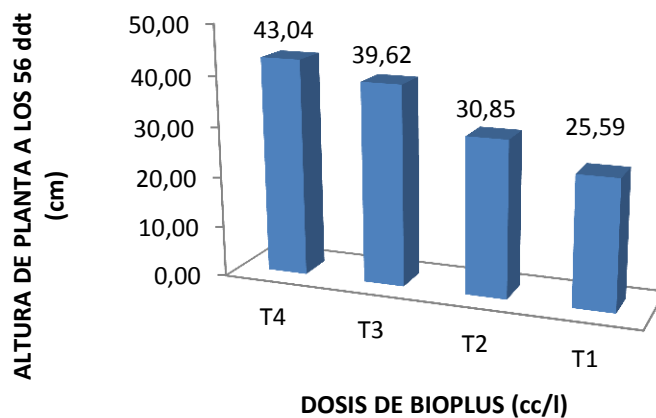


GRÁFICO 4. ALTURA DE PLANTA A LOS 56 DDT

d) Altura de planta a los 70 ddt

En el análisis de varianza para altura de planta a los 70 días después del trasplante (Cuadro 21; Anexo 6), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal y cuadrática. No presenta diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 5,01%.

En la prueba de Tukey al 5% para altura de planta a los 70 ddt (Cuadro 22) presenta tres rangos. En el rango “A” se ubican las aplicaciones en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 49,85cm, en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 49,0cm. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 44,01cm. En el rango “C” se ubica el testigo (T1) con una media de 29,08cm.

En el gráfico 5, para altura de planta a los 70 ddt, podemos observar que el testigo (T1) obtuvo el menor crecimiento (29,08cm), mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo el mayor crecimiento (49,85cm), existiendo una diferencia del 41,7% (20,77cm) entre éstos tratamientos.

CUADRO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 70 DDT

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	11,31	3,77	0,81	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	1110,14	370,05	79,64	3,86	6,99	**
Lineal	1	905,25	905,25	194,83	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	198,18	198,18	42,65	5,12	10,56	**
Cúbico	1	6,71	6,71	1,44	5,12	10,56	ns
Error	9	41,82	4,65				
TOTAL	15	1163,26					
Media	42,98						
CV %	5,01						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 22. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 70 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)		MEDIAS (cm)	RANGO
T4	6	Alta	49,85	A
T3	4	Media	49,00	A
T2	2	Baja	44,01	B
T1	Testigo		29,08	C

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

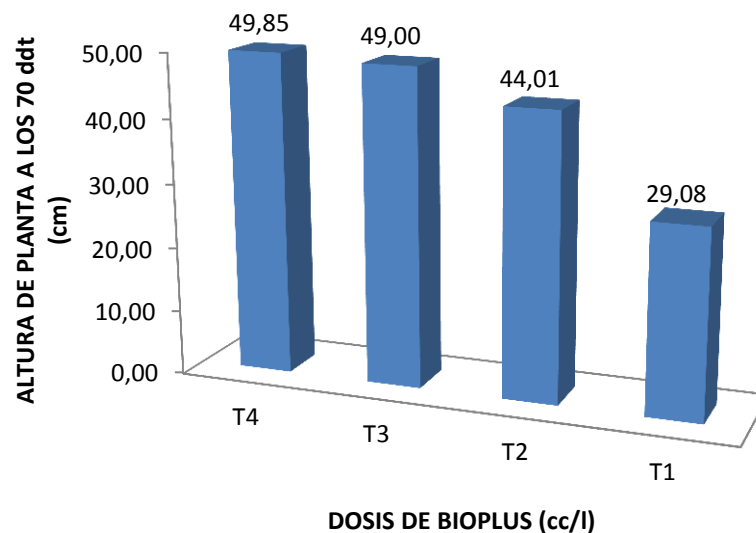


GRÁFICO 5. ALTURA DE PLANTA A LOS 70 DDT

En el grafico 6, para altura media de planta a los 28, 42, 56 y 70 días después del trasplante, podemos observar que desde el trasplante hasta los 28 días después del trasplante hubo un crecimiento de 11,26cm, que corresponde a un incremento del 26,2% en altura; desde los 28 a los 42 días después del trasplante hubo un crecimiento de 16,46cm, que corresponde a un incremento del 38,3% en altura; desde los 42 a los 56 días después del trasplante hubo un crecimiento de 7,05cm, que corresponde a un incremento del 16,4% en altura y desde los 56 a los 70 días después del trasplante hubo un crecimiento de 8,21cm, que corresponde a un incremento del 19,1% en altura.

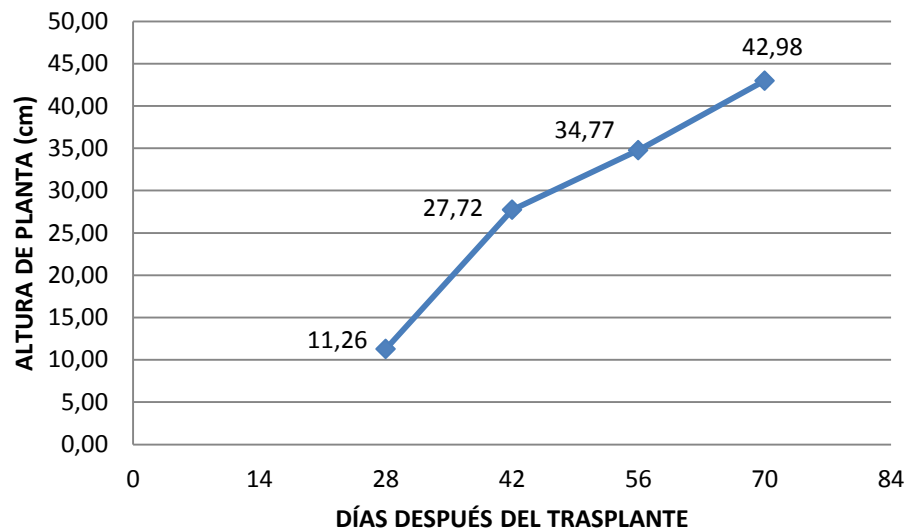


GRÁFICO 6. ALTURA MEDIA DE PLANTA A LOS 28, 42, 56 Y 70 DDT

2. Número de hijuelos por planta

En el análisis de varianza para número de hijuelos por planta a los 28, 42, 56 y 70 días después del trasplante (Cuadro 23; Anexo 7), presenta diferencia no significativa entre tratamientos.

El coeficiente de variación 26,18%.

CUADRO 23. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA NÚMERO DE HIJUELOS POR PLANTA A LOS 28, 42, 56 Y 70 DDT

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	0,07	0,02	20,29	3,86	6,99	**
Tratamientos	3	0,01	0,00	3,35	3,86	6,99	ns
Error	9	0,01	0,00				
TOTAL	15	0,09					
Media	0,13						
CV %	26,18						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ns: No significativo, **: Altamente significativo

3. Días a la aparición de pella

En el análisis de varianza para días a la aparición de pella (Cuadro 24; Anexo 8), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal y cuadrática. No presenta diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 1,1%.

En la prueba de Tukey al 5% para días a la aparición de pella (Cuadro 25) presenta tres rangos. En el rango “A” se ubica el testigo (T1) con una media de 67,17 días después del trasplante. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 63,35 días después del trasplante. En el rango “C” se ubican las aplicaciones en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 61,25 días después del trasplante y en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 60,25 días después del trasplante.

En el gráfico 7, para días a la aparición de pella, podemos observar que el testigo (T1) tardó más tiempo en aparecer la pella (67,15 días); mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se tardó menos tiempo en aparecer la pella (60,25 días), existiendo una diferencia del 10,2% (6,9 días) entre éstos tratamientos.

CUADRO 24. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA APARICIÓN DE PELLA

FV	GL	SC	CM	F CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	4,18	1,39	2,91	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	111,88	37,29	77,78	3,86	6,99	**
Lineal	1	103,97	103,97	216,85	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	7,84	7,84	16,35	5,12	10,56	**
Cúbico	1	0,07	0,07	0,15	5,12	10,56	ns
Error	9	4,32	0,48				
TOTAL	15	120,38					
Media	63,00						
CV %	1,10						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 25. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DÍAS A LA APARICIÓN DE PELLA

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (ddt)	RANGO
T1	Testigo		67,15	A
T2	2cc/l	Baja	63,35	B
T3	4cc/l	Media	61,25	C
T4	6cc/l	Alta	60,25	C

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

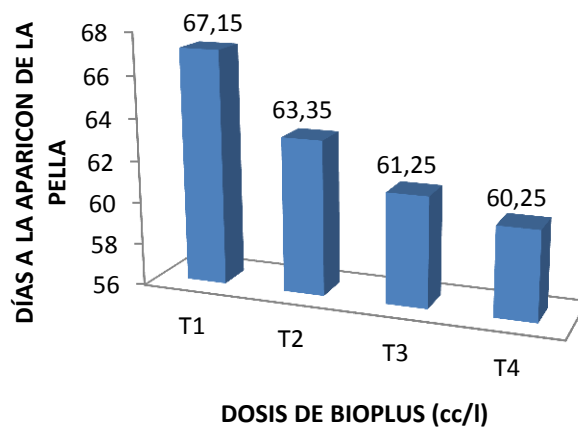


GRÁFICO 7. DÍAS A LA APARICIÓN DE PELLA

4. Días a la cosecha

En el análisis de varianza para días a la cosecha (Cuadro 26; Anexo 9), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal y cuadrática. No presenta diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 0,86%.

En la prueba de Tukey al 5% para días a la cosecha (Cuadro 27) presenta tres rangos. En el rango “A” se ubica el testigo (T1) con una media de 90,5 días después del trasplante. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 84,35 días después del trasplante. En el rango “C” se ubican las aplicaciones en dosis media de

4cc/l de bioplus (T3) con una media de 82,10 días después del trasplante y en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 81,1 días después del trasplante.

En el gráfico 8, para días a la cosecha, podemos observar que con el testigo (T1) se tardó más tiempo en cosechar (90,5días); mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se tardó menos tiempo en cosechar (81,1días), existiendo una diferencia del 10,3% (9,4 días) entre éstos tratamientos.

CUADRO 26. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DÍAS A LA COSECHA

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	2,17	0,72	1,39	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	210,54	70,18	134,24	3,86	6,99	**
Lineal	1	183,62	183,62	351,24	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	25,00	25,00	47,82	5,12	10,56	**
Cúbico	1	1,92	1,92	3,68	5,12	10,56	ns
Error	9	4,71	0,52				
TOTAL	15	217,42					
Media	84,55						
CV %	0,86						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ns: No significativo, **: Altamente significativo

CUADRO 27. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DÍAS A LA COSECHA.

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (ddt)	RANGO
T1	Testigo		90,50	A
T2	2cc/l	Baja	84,35	B
T3	4cc/l	Media	82,10	C
T4	6cc/l	Alta	81,10	C

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ddt: días después del trasplante

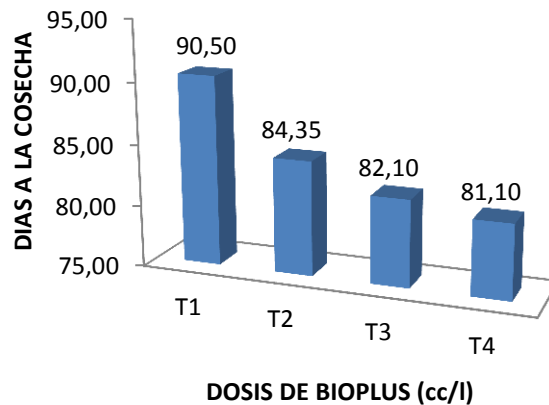


GRÁFICO 8. DÍAS A LA COSECHA

5. Pellas con manchas genéticas

En el análisis de varianza para pellas con manchas genéticas (Cuadro 28; Anexo 10), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal y cuadrática. No presentó diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 26,67%.

En la prueba de Tukey al 5% para pellas con manchas genéticas (Cuadro 29) presenta tres rangos. En el rango “A” se ubica el testigo (T1) con una media de 35%. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 10%. En el rango “C” se ubican las aplicaciones en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 2,5% y en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 2,5%.

En el gráfico 9, para pellas con manchas genéticas, podemos observar que el testigo (T1) obtuvo el mayor porcentaje de manchas genéticas (35%); mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo el menor porcentaje de manchas genéticas (2,5%), existiendo una diferencia del 92,8% (32,5%) entre éstos tratamientos.

CUADRO 28. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PELLAS CON MANCHAS GENÉTICAS

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	150,00	50,00	4,50	3,86	6,99	*
Tratamientos	3	2850,00	950,00	85,50	3,86	6,99	**
Lineal	1	2205,00	2205,00	198,45	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	625,00	625,00	56,25	5,12	10,56	**
Cúbico	1	20,00	20,00	1,80	5,12	10,56	ns
Error	9	100,00	11,11				
TOTAL	15	3100,00					
Media	12,50						
CV %	26,67						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

ns: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo

CUADRO 29. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PELLAS CON MANCHAS GENÉTICAS

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (%)	RANGO
T1	Testigo		35	A
T2	2cc/l	Baja	10	B
T3	4cc/l	Media	2,5	C
T4	6cc/l	Alta	2,5	C

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

%; Porcentaje

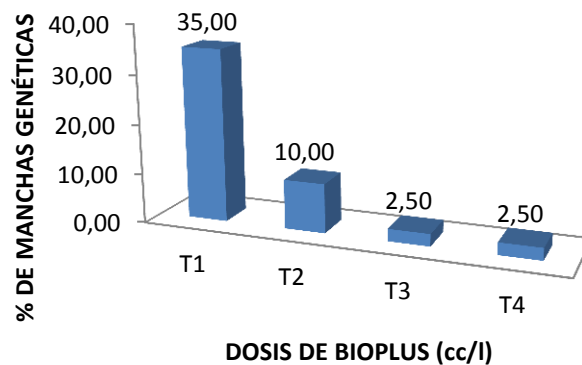


GRÁFICO 9. PORCENTAJE DE PELLAS CON MANCHAS GENÉTICAS.

6. Peso de pella

En el análisis de varianza para peso de pella (Cuadro 30; Anexo 11), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal, diferencia significativa para la proyección cuadrática. No presenta diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 8,72%.

En la prueba de Tukey al 5% para peso de pella (Cuadro 31) presenta cuatro rangos. En el rango “A” se ubica la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 477,93g. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 370,63g. En el rango “C” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 251,11g. En el rango “D” se ubica el testigo (T1) con una media de 81,29g.

En el gráfico 10, para peso de pella, podemos observar que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo el mayor peso de pella (477,93g); mientras que con el testigo (T1) se obtuvo menor peso de pella (81,29g), existiendo una diferencia del 82,9% (396,64g) entre éstos tratamientos.

CUADRO 30. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA PESO DE PELLA

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	2892,07	964,02	1,45	3,86	6,99	ns
Tratamiento	3	347120,23	115706,74	174,50	3,86	6,99	**
Lineal	1	342921,38	342921,38	517,17	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	3908,75	3908,75	5,89	5,12	10,56	*
Cúbico	1	290,09	290,09	0,44	5,12	10,56	ns
Error	9	5967,64	663,07				
TOTAL	15	355979,94					
Media	295,24						
CV %	8,72						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

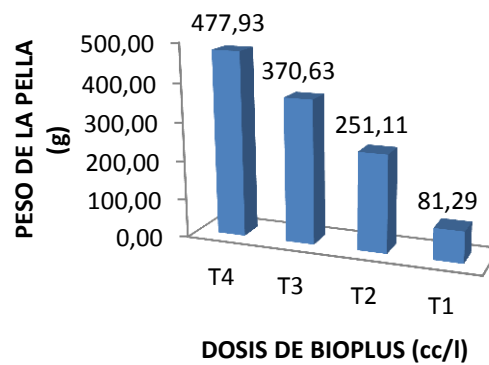
ns: No significativo, *: Significativo, **: Altamente significativo

CUADRO 31. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA PESO DE PELLA

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (g)	RANGO
T4	6cc/l	Alta	477,93	A
T3	4cc/l	Media	370,63	B
T2	2cc/l	Baja	251,11	C
T1	Testigo		81,29	D

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

g: gramos

**GRÁFICO 10. PESO DE PELLA**

7. Diámetro de pella

En el análisis de varianza para diámetro de la pella (Cuadro 32; Anexo 12), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal, diferencia significativa para la proyección cuadrática. No presenta diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 5,74%.

En la prueba de Tukey al 5% para diámetro de pella (Cuadro 33) presenta cuatro rangos. En el rango “A” se ubica la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 17,24cm. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 14,54cm. En el rango “C” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 12,78cm. En el rango “D” se ubica el testigo (T1) con una media de 8,18cm.

En el gráfico 11, para diámetro de pella podemos observar que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo el mayor diámetro de pella (17,24cm); mientras que con el testigo (T1) se obtuvo el menor diámetro de pella (8,18cm), existiendo una diferencia del 52,5% (9,06cm) entre éstos tratamientos.

CUADRO 32. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA DIÁMETRO DE PELLA

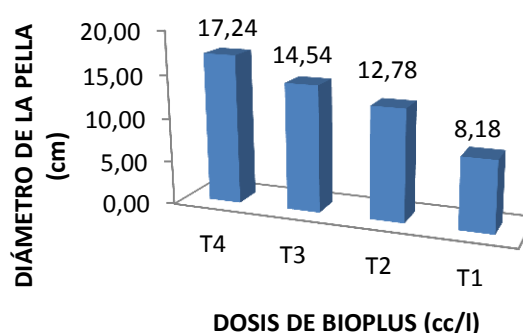
FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	3,87	1,29	2,25	3,86	6,99	ns
Tratamiento	3	174,01	58,00	101,27	3,86	6,99	**
Lineal	1	167,51	167,51	292,45	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	3,66	3,66	6,38	5,12	10,56	*
Cúbico	1	2,85	2,85	4,97	5,12	10,56	ns
Error	9	5,15	0,57				
TOTAL	15	183,04					
Media	13,18						
CV %	5,74						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 33. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA DIÁMETRO DE PELLA

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (cm)	RANGO
T4	6cc/l	Alta	17,24	A
T3	4cc/l	Media	14,54	B
T2	2cc/l	Baja	12,78	C
T1	Testigo		8,18	D

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

**GRÁFICO 11. DIÁMETRO DE PELLA**

8. Rendimiento

En el análisis de varianza para rendimiento (Cuadro 34; Anexo 15), presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos al igual que para la proyección lineal, diferencia significativa para la proyección cuadrática. No presenta diferencia significativa, para la proyección cúbica.

El coeficiente de variación 8,72%.

En la prueba de Tukey al 5% para rendimiento (Cuadro 35) presenta cuatro rangos. En el rango “A” se ubica la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 40,97Ton/ha. En el rango “B” se ubica la aplicación en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con una media de 31,77Ton/ha. En el rango “C” se ubica la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) con una media de 21,52Ton/ha. En el rango “D” se ubica el testigo (T1) con una media de 6,97Ton/ha.

En el gráfico 12, para rendimiento, podemos observar que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo el mayor rendimiento (40,97Ton/ha); mientras que con el testigo (T1) se obtuvo el menor rendimiento (6,97Ton/ha), existiendo una diferencia del 82,9% (34Ton/ha) entre éstos tratamientos.

CUADRO 34. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO

FV	GL	SC	CM	F.CAL	F TAB 0.05	F TAB 0.01	INTERPRETACIÓN
Bloques	3	21,25	7,08	1,45	3,86	6,99	ns
Tratamientos	3	2550,27	850,09	174,50	3,86	6,99	**
Lineal	1	2519,42	2519,42	517,17	5,12	10,56	**
Cuadrático	1	28,72	28,72	5,89	5,12	10,56	*
Cúbico	1	2,13	2,13	0,44	5,12	10,56	ns
Error	9	43,84	4,87				
TOTAL	15	2615,36					
Media	25,31						
CV %	8,72						

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 35. PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA RENDIMIENTO

TRATAMIENTOS	DOSIS		MEDIAS (Ton/ha)	RANGO
T4	6cc/l	Alta	40,97	A
T3	4cc/l	Media	31,77	B
T2	2cc/l	Baja	21,52	C
T1	Testigo		6,97	D

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

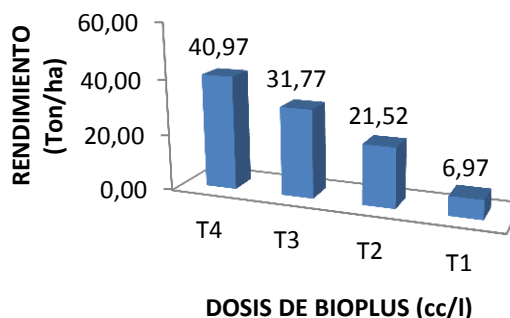


GRÁFICO 12. RENDIMIENTO

9. Análisis económico de los tratamientos

El tratamiento que presenta menor costo que varía por hectárea fue la aplicación en dosis baja de bioplus de 2cc/l (T2) con 129,6 \$/ha, mientras que la aplicación en dosis alta de bioplus de 6cc/l (T4) presenta el mayor costo que varía con 388,8 \$/ha (Cuadro 36).

El beneficio neto de los diferentes tratamientos en estudio (Cuadro 37), se determina que con la aplicación en dosis alta de bioplus de 6cc/l (T4) se presenta el mayor beneficio neto con 8836,03 \$/ha; mientras que con la aplicación en dosis baja de bioplus de 2cc/l (T2) se presenta el menor beneficio neto con 4717,24 \$/ha.

En el análisis de dominancia de los tratamientos (Cuadro 38) se observa que las aplicaciones con dosis alta de bioplus con 6cc/l (T4), con dosis media de bioplus con 4cc/l (T3) y con dosis baja de bioplus con 2cc/l (T2) fueron no dominados (ND).

La mayor tasa de retorno marginal de los tratamientos no dominados (Cuadro 39) obtuvo la aplicación en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con 1680,02%, lo cual indica, que por cada dólar que se invierte, se recupera el dólar invertido y adicionalmente se gana \$16,80.

Para el testigo no se realizó análisis económico debido a que las pellas cosechadas no presentaron las condiciones necesarias para su comercialización porque no alcanzó un desarrollo óptimo y presenta el mayor porcentaje de manchas genéticas (Anexo 24).

CUADRO 36. COSTOS QUE VARÍAN POR HECTÁREA DE LOS TRATAMIENTOS

PRODUCTO	TRATAMIENTOS	DOSIS		LITROS/HA (600L)	COSTO POR APLICACIÓN (\$9/L)	NÚMERO DE APLICACIONES	COSTO VARIABLE (\$/ha)
Bioplus	T2	2cc/l	Baja	1,2	10,8	12	129,6
	T3	4cc/l	Media	2,4	21,6	12	259,2
	T4	6cc/l	Alta	3,6	32,4	12	388,8

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 37. PRESUPUESTO PARCIAL DE LOS TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

TRAT.	DOSIS		RENDIMIENTO (kg/ha)	RENDIMIENTO AJUSTADO AL 10%	CASTIGOS (%)	DEMÉRITO EN EL PROCESO AGROINDUSTRIAL (%)	BENEFICIO DE CAMPO POR HECTAREA (\$0,27/kg)	COSTO VARIABLE (\$/ha)	BENEFICIO NETO (\$/ha)
T2	2cc/l	Baja	21523,50	19371,15	7,33	17951,24	4846,84	129,6	4717,24
T3	4cc/l	Media	31767,86	28591,07	7,33	26495,35	7153,74	259,2	6894,54
T4	6cc/l	Alta	40965,00	36868,50	7,33	34166,04	9224,83	388,8	8836,03

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 38. ANÁLISIS DE DOMINANCIA DE LOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	DOSIS		BENEFICIO NETO (\$/ha)	COSTO VARIABLE (\$/ha)	ANÁLISIS DE DOMINANCIA
T4	6cc/l	Alta	8836,03	388,8	ND
T3	4cc/l	Media	6894,54	259,2	ND
T2	2cc/l	Baja	4717,24	129,6	ND

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

CUADRO 39. TASA DE RETORNO MARGINAL DE LOS TRATAMIENTOS NO DOMINADOS

TRATAMIENTOS.	DOSIS		BENEFICIO NETO (\$/ha)	BENEFICIO NETO MARGINAL Δ	COSTO VARIABLE (\$/ha)	COSTO VARIABLE MARGINAL Δ	TASA DE RETORNO MARGINAL (%)
T4	6cc/l	Alta	8836,03		388,8		
				1941,49		129,6	1498,06
T3	4cc/l	Media	6894,54		259,2		
				2177,31		129,6	1680,02
T2	2cc/l	Baja	4717,24		129,6		

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014.

B. DISCUSIÓN

1. Altura de planta

La aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) alcanzó la mayor altura a los 28,42, 56 y 70 días después del trasplante, con una media de 49,85cm, mientras que el testigo (T1) presentó un crecimiento menor en relación al resto de tratamientos con una media de 34,33cm. Datos que concuerda con MAROTO, B. (1983) quien manifiesta, el brócoli desarrolla un tallo principal que va de 20-50 cm de largo, sobre el que se disponen las hojas, con una apariencia de roseta de pella, donde termina la inflorescencia principal.

Esto debido a que el bioplus en su composición química contiene alto contenido de nitrógeno, importante para el proceso de la fotosíntesis según AGROBEST (2010), manifiesta que entre otras funciones están las de aumentar el vigor general de las plantas, dar color verde a las hojas y demás partes aéreas, favorecer el crecimiento del follaje y el desarrollo de los tallos; contribuye, en resumen, a la formación de los tejidos y se puede decir que es el elemento del crecimiento de la planta. Se ratifica con lo que menciona PROMERINOR (2013) que el bioplus es un promotor de crecimiento, bioestimulante, fitoregulador y fertilizante foliar, debido a su contenido de auxinas, citoquininas y giberelinas, que son promotoras del crecimiento, más macro y microelementos, lo que permite alcanzar una buena altura y desarrollo de la planta.

Además las plantas logran un crecimiento adecuado a una temperatura óptima y desarrollan todo su potencial, llamado óptimo térmico según TORRES, C. (2002), quien señala que si las plantas llegan a temperaturas extremas, de frío o de calor, estas detienen su crecimiento debido al estrés.

Al analizar la altura media de la planta a los 28, 42, 56 y 70 días después del trasplante, se pudo determinar que el mayor porcentaje de incremento en altura se manifiesta de los 28 a los 42 días después de trasplante con 38.3 %, a partir de los 42 días después del trasplante el porcentaje de incremento en altura fue menor; de los 42 a los 56 días después del trasplante hubo un incremento de altura del 16,4% y de los 56 a los 70 días después del

trasplante hubo un incremento del 19,1%. Esto concuerda con lo manifestado por JARAMILLO (2006), quien dice que la etapa juvenil del brócoli tiene una duración aproximada de 40 días, en esta etapa la altura presenta un crecimiento logarítmico, mientras que entre los 40-45 días después del trasplante se manifiesta la etapa de emergencia floral y de los 45 a los 65 días se manifiesta la etapa de formación de la cabeza, en estas etapas la prioridad de la planta es el desarrollo y crecimiento de la cabeza hasta la cosecha, por lo que se disminuye la tasa de emisión foliar, la tasa de evolución de la superficie foliar y la tasa de crecimiento del tallo.

2. Número de hijuelos por planta

No hubo diferencia significativa entre tratamientos. Esto se debe según SYNGENTA (2014) porque el cultivar Mónaco se destaca por no ramificar, concentrando su producción en la cabeza principal. Conjuntamente con FARRARA, B. (2000) quien menciona que la mayoría de genes responsables de esto han sido eliminados de los híbridos modernos, pero algunos expresan su efecto bajo situaciones de estrés térmico. A la vez ZURITA, R. (2009) añade que es una desventaja los hijuelos o brotes para el crecimiento y maduración de la pella, debido a que la pella principal compite por espacio, agua, luz y sobre todo por nutrientes, por ende se pierde peso promedio de pella y rendimiento en agroindustria.

3. Días a la aparición de pella

El testigo (T1), fue aquel que tardó más tiempo en aparecer la pella (67,15 días), mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) tardó menos tiempo en aparecer la pella (60,25 días), lo cual nos indica que el producto orgánico bioplus incide en la formación de la pella y sobre todo cuando el cultivo presenta condiciones adversas a su crecimiento y desarrollo. Al comparar con el trabajo realizado por ARTEAGA M. (2011) quien obtuvo un promedio de 62,6 días a la aparición de pella en el cultivar Mónaco, con los datos de esta investigación que fue de 60,25 días, se observa que no existe mucha diferencia.

4. Días a la cosecha

Con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4), presenta precocidad con 81,1 días después del trasplante, esto debido a la utilización del fertilizante foliar bioplus, porque en su composición química hay presencia de fitohormonas; concordando con AGROBEST (2010), quien menciona como beneficio fisiológico del producto, el incremento de la actividad fotosintética. Mientras que con el testigo agronómico se inició la cosecha a partir de los 90 días después del trasplante, concordando con SYNGENTA (2014), quien manifiesta que la cosecha del cultivar Mónaco se inicia aproximadamente a los 90 días después del trasplante.

La diferencia en los días a la cosecha entre tratamientos, se debe según RESTREPO, J. (1998) porque el ciclo vegetativo dentro de un manejo orgánico se acorta. Esta característica es muy importante manifiesta HIDALGO, L. (2007) quien indica que dentro de la producción y productividad, un cultivar que presenta mayor precocidad es menos susceptible al ataque de plagas y enfermedades por permanecer menos tiempo en el campo, además de la probabilidad de manejar este cultivo cuatro veces al año, por ende mayores ingresos al agricultor.

5. Pellas con manchas genéticas

El testigo (T1), obtuvo mayor porcentaje de manchas genéticas (35%), mientras que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se obtuvo el menor porcentaje de manchas genéticas (2,5%); durante el desarrollo de la pella entre los meses de Junio y Julio se presentó temperaturas mínimas que van entre 3,3°C hasta 9,6°C (Anexo 20 y 21), también temperaturas máximas entre 16,7°C hasta 22,3°C (Anexo 22 y 23); este cambio brusco de temperatura influye en la inducción floral desigual, porque la planta sufre un estrés. Esto concuerda con lo manifestado por JARAMILLO, J. (1983) quien manifiesta que existen diversos factores involucrados en la presencia de manchas genéticas, uno de ellos es los cambios bruscos de la temperatura. Se complementa con lo que comenta VIGLIOLA, M. (1991) que el brócoli requiere una temperatura ideal de 15° C, es muy sensible al calor, resiste a las heladas, pero se afectan las inflorescencias, produciéndose manchas de color

marrón que desmerecen la calidad comercial. Señala ASAD, A. (2003) que la nutrición vía aplicaciones foliares ayuda a las plantas a sobrellevar esta situación adversa.

El brócoli para ser aceptado para la exportación debe cumplir ciertos parámetros de control de calidad por lo que al evaluar nuestro ensayo HUERTOS GZ, (2014), el testigo (T1) por presentar pellas con mayor porcentaje de manchas genéticas en un 41,67% (Anexo 24), por que las manchas son perjudiciales en el momento de su procesamiento industrial, pues al momento de la cocción estas tienden a quemarse y adquieren un aspecto desagradable, por lo tanto es rechazado; en cambio fueron aceptados los tratamientos con aplicaciones de bioplus en dosis baja de 2cc/l (T2), en dosis media de 4cc/l (T3) y en dosis alta de 6cc/l (T4) (Anexo 25, 26 y 27).

6. Peso de pella

Se obtuvo el mayor peso de pella con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4), con una media de 477,93g, mientras que con el testigo (T1) se obtuvo el menor peso de pella con una media de 81,29g; durante el desarrollo de la presente investigación entre los meses de Mayo, Junio y Julio se presentó una humedad relativa menor al 75% (Anexo 16) afectando la calidad de la pella. Esto concuerda con NIEUWHOF, M. (1969) quien manifiesta que es mejor con una humedad relativa no menor al 75 % porque durante el desarrollo de la fase vegetativa se afectan las inflorescencias induciendo a la planta a formar estructuras pequeñas, deformes y de grano grueso reduciendo por ende su tamaño.

Resultados que concuerdan con lo mencionado por HUERTOS GZ, (2014), quien señala que el peso adecuado de la pella principalmente para agroindustria está comprendido entre 250g a 500g aproximadamente, cabe indicar que los valores obtenidos se encuentran dentro del rango de aceptación establecidos. Concordando con SYNGENTA (2014), quien menciona que el cultivar Mónaco posee excelentes características recomendadas tanto para industria como para mercado en fresco, el peso de la pella va de 0,40 kg a 1kg. Al comparar con el trabajo realizado por ARTEAGA M. (2011) quien obtuvo una media de 500g en el cultivar Mónaco, no existe mucha diferencia con los datos de esta investigación que fue de 477,93g.

Esto se debe a que el bioplus en su composición química aporta N, P, K; según AGROBEST (2010) manifiesta que el potasio juega un papel fundamental en la activación de más de 60 sistemas enzimáticos en las plantas, también se le reconoce como un elemento que mejora la calidad, ya que extiende el período de llenado e incrementa el peso de la pella, fortifica los tallos, mejora la resistencia a plagas y enfermedades y ayuda a la planta a resistir mejor el estrés térmico.

7. Diámetro de pella

El mayor diámetro de pella se obtuvo con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 17,24cm, mientras que con el testigo (T1) se obtuvo menor diámetro de pella con una media de 9,06cm, con esto se demuestra que con la aplicación de fertilizantes orgánicos foliares se incrementa el diámetro de la pella. Esto concuerda con lo manifestado por AGROBEST (2010) quien indica que el bioplus contribuye en la diferenciación y división celular, en el crecimiento celular longitudinal, por lo tanto aumenta el diámetro del botón. Esto debido a que los ácidos húmicos estimulan procesos bioquímicos en las plantas, el desarrollo de las raíces y el crecimiento.

Además el nitrógeno estimula el vigor vegetativo argumenta RODRÍGUEZ, F. (1982), quien manifiesta que agranda la velocidad del crecimiento, determinado por un aumento del volumen de inflorescencias debido a los alargamientos celulares y la multiplicación celular, mayor producción de hoja de buena calidad y sanidad debido al aumento de su contenido proteico.

Al analizar con los datos por BUSTOS, M. (1996), quien manifiesta que las pellas por su tamaño pueden clasificarse en: pellas pequeñas (diámetro comprendido entre 5-10 cm); pellas medianas (diámetro comprendido entre 10-20 cm) y pellas grandes (diámetro mayor a 20 cm), podemos indicar que en esta investigación las pellas con aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) se consideran medianas y para el testigo (T1) se consideran pequeñas.

Al comparar con el trabajo realizado por ARTEAGA M. (2011) quien obtuvo una media de 14,95cm de diámetro de pella en el cultivar Mónaco; siendo superado en la presente investigación, al obtener un diámetro de 17,24cm, mediante la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus.

8. Rendimiento

El mayor rendimiento se obtuvo con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4) con una media de 40,97Ton/ha, mientras que con el testigo (T1) se obtuvo el menor rendimiento con una media de 6,97Ton/ha; Esto concuerda con AGROBEST (2010), quien indica que el bioplus mejora las cosechas, incrementa su rendimiento, incrementa la absorción de nutrientes, potencializa la fisiología de la planta facilitándole la superación de períodos críticos en su desarrollo y evita las manchas genéticas. Se ratifica con lo que menciona LIMONGELLI, J. (1979) que el brócoli responde a la fertilización foliar nitrogenada; sin embargo, es importante dotar al cultivo de cantidades suficientes de P, K y micronutrientes.

El rendimiento promedio del brócoli bajo la producción orgánica asciende aproximadamente hasta 14Tn/ha, según manifiesta la CORPEI, (2009), la presente investigación supera a los valores antes indicados. Mientras que el testigo que se aplicó la fertilización edáfica y no se aplicó bioplus obtuvo 6,97Ton/ha.

9. Análisis económico de los tratamientos

Se determina que con la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4), presenta el mayor beneficio neto con 8836,03 \$/ha, mientras que con la aplicación en dosis baja de 2cc/l de bioplus (T2) presenta menor beneficio neto con 4717,24 \$/ha.

Se obtuvo la mayor tasa de retorno marginal con la aplicación en dosis media de bioplus de 4cc/l (T3) con 1680,02%, seguido por la aplicación en dosis alta de bioplus de 6 cc/l (T4) con una tasa de retorno marginal de 1498,06%.

VI. CONCLUSIONES

- A. La dosis óptima de bioplus para obtener plantas de mejor calidad, con mayor altura, buen follaje, menor número de hijuelos, rápido aparecimiento de la pella, precocidad en los días de la cosecha, buen peso de la pella y mejores diámetros de pellas por lo tanto buenos rendimientos en toneladas/hectárea para el proceso agroindustrial es mediante la aplicación en dosis alta de 6cc/l de bioplus (T4).
- B. La mayor tasa de retorno marginal presenta la aplicación en dosis media de 4cc/l de bioplus (T3) con 1680,02%.

VII. RECOMENDACIONES

- A. Utilizar el producto bioplus en dosis alta de 6cc/l para lograr un mejor rendimiento por parcela neta y por hectárea en el cultivo orgánico de brócoli.
- B. Desde el punto de vista económico, aplicar bioplus en una dosis media de 4cc/l, porque alcanzó la mayor tasa de retorno marginal.
- C. Realizar investigaciones con otros fertilizantes orgánicos foliares (Agroplus), como un apoyo a la fertilización edáfica para optimizar la capacidad productiva de las cosechas de diferentes cultivos.

VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: Evaluar tres dosis de bioplus en el cultivo orgánico de brócoli (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*. cv. *Mónaco*), en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ayudándonos con plántulas del cultivar Mónaco y el fertilizante foliar bioplus; utilizando un diseño de bloques completos al azar, con 4 tratamientos y 4 repeticiones incluyendo un testigo absoluto para efectos de comparación. La dosis óptima de bioplus se confirmó al obtener mayor altura de la planta con 49,85cm, menor número de hijuelos por planta, menor porcentaje de manchas genéticas con 2,5%, rápido aparecimiento de la pella a los 60 días después del trasplante, mayor peso de pella con 477,93g, mayor diámetro de pella con 17,24cm, precocidad en los días de cosecha a los 81 días después del trasplante, mejor rendimiento por parcela neta con 71,69kg y también por hectárea con 40,97Ton/ha, para el proceso agroindustrial, al aplicar en dosis alta de bioplus de 6cc/l (T4). Al analizar económicamente los tratamientos, se determina que con la aplicación en dosis alta de bioplus de 6cc/l (T4), presenta el mayor costo que varía con 388,8 \$/ha. El tratamiento que obtuvo la mayor tasa de retorno marginal fue la aplicación en dosis media de bioplus de 4cc/l (T3) con 1680,02%, el bioplus es un promotor de crecimiento, mejora las cosechas e incrementa su rendimiento, debido a su contenido de auxinas, giberelinas, citoquininas, macroelementos y microelementos necesarios para el desarrollo de la planta, sobre todo en situaciones adversas.

IX. SUMARY

This research aims to evaluate three doses of Bioplus in an organic growing broccoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica. Cv. Monaco*), at the Escuela Superior Politecnica de Chimborazo, helping with seedlings grown Monaco and Bioplus foliar fertilizer; using a randomized complete block design, with four treatments and four replications including an absolute control for comparison. The optimal dose of Bioplus further confirmed the plant height with 49.85 cm, fewer tillers per plant, lower percentage of genetic stains with 2.5%, rapid appearance of the pellet at 60 days after transplantation, greater weight of pellet with 477.93 g, pellet diameter greater to 17.24 cm, precocity in the days of harvest at 81 days after transplantation, best performance per net plot with 71.69 kg and 40.97 t / ha, for the agro-processing, applying a high dose of Bioplus 6 cc / l (T4) as well. Economically analyze the treatments it is determined that the high dose therapy Bioplus 6 cc / l (T4), has the highest cost 388.8 varying dollars per hectare. The treatment had the highest marginal rate of return was the treatment of Bioplus average dose of 4 cc / l (T3) with 1680.02%; the Bioplus is a growth promoter, improving yields and increasing performance, because of their content of auxins, gibberellins, cytokinins, macroelements and microelements necessary for the development of the plant, especially in adverse situations.



X. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROBEST, 2010. Catálogo de productos orgánicos. Agricultura orgánica, biológica, ecológica, sustentable. 7p.
2. ANTON, P. 2004. El cultivo de brócoli su cultivo y perspectivas. Revista Horticultura. N° 97. 21-25pp.
3. APROFEL, 2011. Asociación de Productores Ecuatorianos de Frutas y Legumbres. 27p.
4. ARCOS, F. 2012. Fertilización y nutrición vegetal. Texto básico. Riobamba – Ecuador. 47 - 81 pp.
5. ARTEAGA, M. 2011. Aclimatación de 12 Híbridos de Brócoli (*Brassica oleracea L. var. Itálica*) en el Cantón Riobamba Provincia de Chimborazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador. 86 - 88, 107pp.
6. AVENDAÑO, F 2008. Evaluación de la eficacia en la aplicación del Ferthigue (harina de higuierilla) con tres dosis de nitrógeno en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea L. var. italica. cul. Legacy*). Tesis Ingeniero Agrónomo. ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador. 88 - 89pp.
7. ASAD, A. 2003. Ventajas de la fertilización foliar. Primera edición. España. Ediciones Mundi Prensa. 65-70pp.
8. BARAHONA, M. 2002. Manual de Horticultura. El Prado, Ecuador, I.A.S.A. ESPE. 22 – 25pp.
9. BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de suelos y su manejo. Primera edición. ACCS. San José, Costa Rica. 15p.

10. BOLEA, J. 1995. Cultivos de coles, coliflores y brócoli. Editorial Temas Agrícolas. Barcelona – España. 230p.
11. BUSTOS, M. 1996. Tecnología apropiada. Manual agropecuario. Editorial Ulloa. Quito-Ecuador. 392p.
12. CASSOLA, A. Y PERALTA, G. 2009. Desarrollo del Mercado de Cultivos Orgánicos con la producción del brócoli. Tesis de Economista. ESPOL Guayaquil. 70-80pp.
13. CHAVEZ, F. 2001. El cultivo de brócoli. Curso internacional de producción de hortalizas para la exportación (Corporación PROEXANT). Quito-Ecuador. 7p.
14. CORPEI, 2009. Exportaciones de brócoli. Disponible en: www.corpei.gob.ec. Consultado: 2014-03-26.
15. DICCIONARIO MANUAL DE LA LENGUA ESPAÑOLA, 2007. Dosis. Editorial Larousse, S.L. Disponible en: www.thefreedictionary.com/dosificaci%C3%B3n. Consultado: 2014-02-26.
16. DOMÍNGUEZ, V. 1977. Tratado de fertilización. Tercera edición. Editorial Mundi Prensa. Madrid-España. 24-25pp.
17. FALCONI, C. 2000. Patología de Brassicaceae. Primer seminario internacional. Organizador FEDETA. Quito-Ecuador. 70p.
18. FAO, 2011. Zonas de producción del brócoli a nivel mundial. Disponible en: www.faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S. Consultado: 2014 – 02 – 18.
19. FARRARA, B. 2000. Presentación sobre el cultivo de brócoli para los agricultores y procesadores del Ecuador. USA- California. 35-37pp.

20. FERNÁNDEZ, R. 2004. Manejo del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) en la empresa Alimentos Congelados, S.A. (Alcosa) en el Departamento Jalapa, Guatemala. Tesis Ingeniero Agrónomo. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 86-88pp.

21. GAIBOR, F. 2011. Evaluación de la eficacia de cuatro fertilizantes orgánicos foliares en tres dosis y dos épocas de aplicación en el rendimiento del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) en Macají, Cantón Riobamba, Provincia Chimborazo. Tesis Ingeniero Agrónomo. ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador. 93,94pp.

22. HIDALGO, L. 2007. El cultivo de brócoli. Riobamba-Ecuador. Datos sin publicar.

23. HUERTOS GZ, 2014. Exportaciones. Disponible en: www.slideshare.net/emiliocuvi/wilson-cuvi-gatazo. Consultado: 2014-07-13.

24. INEC. 2000. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. III Censo Nacional Agropecuario. Disponible en: www.agroecuador.com Consultado: 2014- 01-06.

25. JARAMILLO, J. 1983. Manual de Hortalizas. Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. . Manual de Asistencia Técnica No. 28. Bogotá-Colombia. 555 p.

26. JUDD, A. 2002. Plant systematics: a phylogenetic approach. Segunda edición. Editorial Sinauer Axxoc, USA. 23p.

27. KNOTT, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Segunda edición. Buenos Aires AR, Hemisferio Sur. 428 – 432pp.

28. KRARUP, C. 1992. Seminario sobre la producción de brócoli. Quito, Ecuador. 1 – 25pp.

29. KRARUP, C. 1998. Hortalizas de estación fría: biología y diversidad cultural. Texto docente. Universidad Católica de Chile, VRA-Agronomía. 163p.
30. LOACHAMIN, D. 2000. Evaluación y comparación de dos cultivares de brócoli (*Brassica oleracea* var. *Itálica*) bajo cinco densidades de siembra. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero Agropecuario. Escuela Politécnica del Ejército. Sangolquí - Ecuador. 6 – 26pp.
31. LIMONGELLI, J. 1979. El repollo y otras crucíferas de importancia en la huerta comercial. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires - Argentina. 19-20pp.
32. MAROTO, B. 1983. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi Prensa. Madrid – España. 568p.
33. MOSQUERA, J. 2003. Validación del monitoreo utilizado en ECOFROZ para el control de polilla (*Plutella* sp.) y pulgón (*Brevicoryne brassicae*) en brócoli en campo de agricultores. Tesis de grado previa obtención del título de Ing. Agropecuario. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela Politécnica del Ejército. El Prado. 32p.
34. NIEUWHOF, M. 1969. Coles Crops. Editorial Leonarf Hill. Great Britain. 89 - 119pp.
35. OGDEN, S. 1992. Step by Step Organic vegetable gardenig. US. Collin. 117 -188- 192pp.
36. PADILLA, W. 1998. La Fertilización Foliar como complemento nutricional en cultivos. Quinta edición. Quito - Ecuador. 26 -28pp.
37. PASCUAL, A. 1994. Brócoli, su cultivo y perspectivas. Revista Horticultura N° 97. 32p.

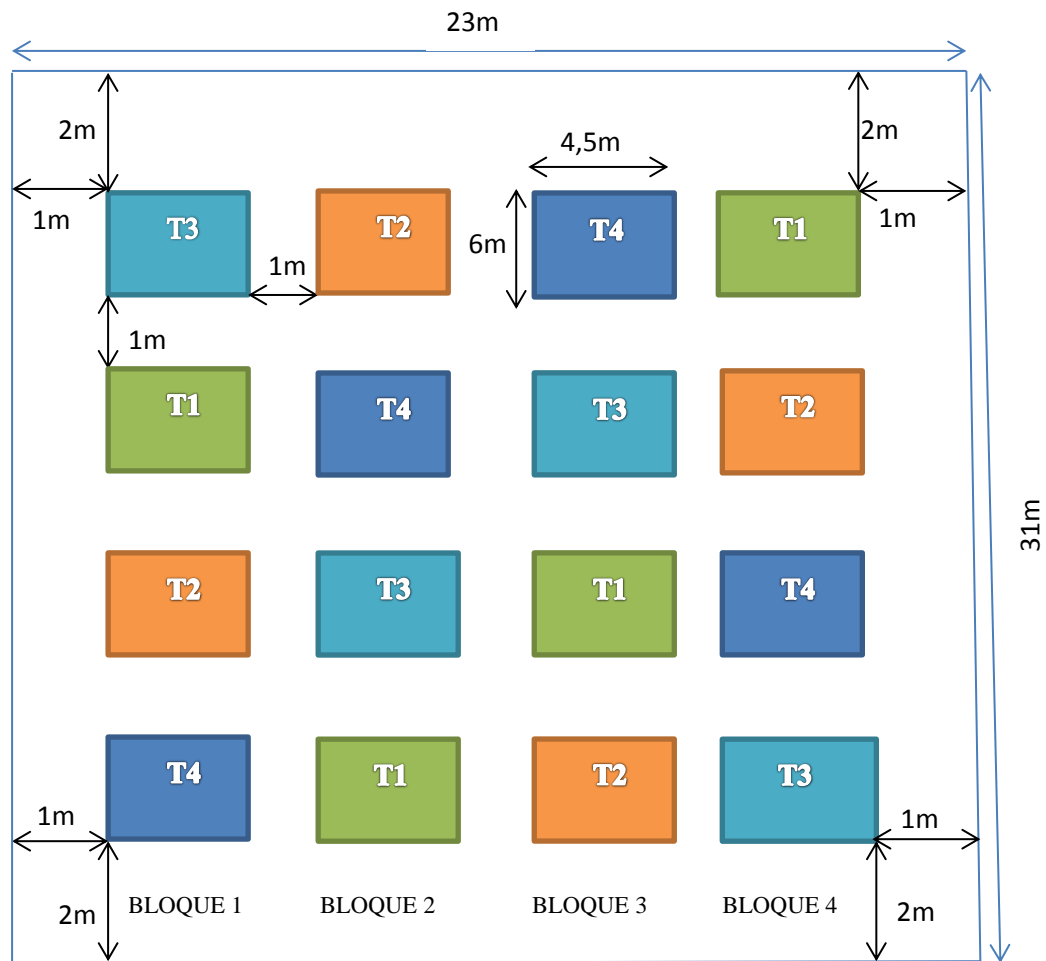
38. PÉREZ, I. 1988. Fertilización foliar de macro y micronutrientes en un Andosol de la Sierra Tarasca, Michoacán. CEDAF-CP. Montecillo, México. 15p.
39. PHARMACY. 2012. Definición de dosis. Disponible en: www.toxamb.pharmacy.arizona.edu/c1-2-7.html. Consultado: 2014-02-13.
40. PINZÓN, H. 2001, El cultivo de algunas hortalizas promisorias en Colombia. Primera edición, Editorial Produmedios, Bogotá-Colombia. 18-21pp.
41. PROEXANT, 1992, Productos de exportación: Manual del brócoli. Primera edición. Editorial Naranjo, Quito-Ecuador. 17p.
42. PROMERINOR Cía. Ltda., 2013. Definición de Bioplus. Disponible en: www.promerinator.com. Consultado: 2014-02-18.
43. QASEM, J. 2003. Weeds and their Control. University of Jordan. Publications, Amman, Jordan. 628p.
44. RAMÍREZ, F. 2000. Fertilidad de Suelo y Nutrición de Plantas. Disponible en: www.agrobanco.com.pe/CONCEPTOS_DE_FERTILIDAD_DE_SUELO_Y_FERTILIZANTES.pdf. Consultado: 2014-02-27.
45. REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, 2014. Dosis. Madrid - España. Disponible en: www.lma.rae.es/drae/?val=dosis. Consultado: 2014-02-23.
46. RESTREPO, J. 1998. Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares. IICA, Costa Rica. 114 p.
47. RODRÍGUEZ, F. 1982. Fertilización y Nutrición Vegetal. Primera edición. Editorial A.G.T. México D.F - México. 54p.

48. RUIZ, L. 2005. Evaluación agronómica. Disponible en: www.med.unne.edu.ar/revista/revista118/evaluacion.html. Consultado: 2014-04-15.
49. SALAS, R. 2002. Fertilización foliar: principios y aplicaciones. Centro de Investigaciones Agronómicas. Costa Rica. 7-16pp.
50. SANTOYO, J. 2011. Variedades de brócoli con potencial productivo. Ediciones VTTS. Sinaloa - México. 2, 3pp.
51. SEGURA, A. 1993. Aspectos básicos de la fertilización foliar. IX Congreso Agrónomo Nacional. Colegio de Ingenieros Agrónomos. Volumen 1. N° 70. Sesiones de actualización y perspectivas. San José-Costa Rica. 20p.
52. SISTEMA DE LA INTEGRACIÓN CENTROAMERICANA (SICA). 2004. Antecedentes del brócoli. Disponible en: www.sica.gov.ec/agronegocios/productos%20para%20invertir/hortalizas/corpei.pdf. Consultado: 2014-02-28.
53. SUQUILANDA, M. 1996. Agricultura orgánica. Alternativa tecnológica del futuro. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Quito, Ecuador. 654p.
54. SYNGENTA, 2014. Cultivar Mónaco. Disponible en: www.manualhorticola.com.ar/index.php/brocoli-semillas-men/monaco. Consultado: 2014-03-21.
55. TORRES C. 2002. Manual agropecuario tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Editorial Limerín. Bogotá-Colombia. 86,88 pp.
56. USDA (United States Department of Agriculture). 2013. *Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck sprouting broccoli. Disponible en línea en: www.plants.usda.gov/java/profile?symbol=BROLI. Consultado: 2014-02-13.
57. VENEGAS, C. 2004. Fertilización foliar complementaria para nutrición y sanidad. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, Vol. 4. N° 2. 1-16 pp.

58. VIGLIOLA, M. 1991. Manual de Horticultura. 2da edición. Editorial hemisferio Sur. Buenos Aires-Argentina. 432p.
59. ZURITA, R. 2009. Prueba de la eficacia del bioplus con diferentes dosis y dos frecuencias de aplicación en el rendimiento del cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea*). Tesis Ingeniero Agrónomo. ESPOCH, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba-Ecuador. 90-92pp.

XI. ANEXOS

ANEXO 1. DISTRIBUCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CAMPO



Descripción:

T1 = Testigo

T2 = Dosis baja de bioplus (2cc/l)

T3 = Dosis media de bioplus (4ccc/l)

T4 = Dosis alta de bioplus (6cc/l)

ANEXO 2. ANÁLISIS DE SUELO



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
DEPARTAMENTO DE SUELOS

Nombre del Propietario: AGROBEST

Remite:

Ubicación:

OLERICULTURA
Nombre de la granja

LICAN
Parroquia

RIOBAMBA
Cantón

Fecha de ingreso: 02/04/2014

Fecha de salida: 15/04/2014

CHIMBORAZO
Provincia

RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DEL ANALISIS FISICO Y QUIMICO DE SUELOS

Identificación	pH	%M.O	ppm							
			NH4	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Fe
98/suelo	8.5 Alc.	2.2 B	4.7 B	46.6 A	68.0 B	973.8 A	102.6 A	0.36 B	1.52 B	3.4 B

CODIGO	
N: Neutro	A: alto
MB: muy bajo	M: medio
Alc. alcalino	B: bajo

Ing. José Arcos T.
DIRECTOR DPTO DE SUELOS

Dirección: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Panamericana Sur Km1 W. Facultad de Recursos Naturales, Teléfono 2998220 Extensión 418
"Apoyando a la producción sana, rentable y amigable con la naturaleza"



Ing. Elizabeth Pachacama
TECNICO DE LABORATORIO

ANEXO 3. ALTURA A LOS 28 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (cm)	MEDIA (cm)
		R1 (cm)	R2 (cm)	R3 (cm)	R4 (cm)		
T1	0	11,12	11,41	10,87	9,84	43,24	10,81
T2	2	11,49	10,89	12,29	9,55	44,22	11,055
T3	4	12,31	10,49	10,44	11,38	44,62	11,155
T4	6	13,98	11,59	11,27	11,16	48	12,00

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 4. ALTURA A LOS 42 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (cm)	MEDIA (cm)
		R1 (cm)	R2 (cm)	R3 (cm)	R4 (cm)		
T1	0	22,44	22,62	22,81	22,83	90,7	22,68
T2	2	24,3	27,94	29,66	24,16	106,06	26,52
T3	4	28,59	34,14	30,88	29,04	122,65	30,66
T4	6	35,44	30,14	30,06	28,49	124,13	31,03

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 5. ALTURA A LOS 56 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (cm)	MEDIA (cm)
		R1 (cm)	R2 (cm)	R3 (cm)	R4 (cm)		
T1	0	26,77	24,44	25,78	25,35	102,34	25,59
T2	2	31,35	30,27	31,03	30,75	123,40	30,85
T3	4	41,45	42,60	34,12	40,30	158,47	39,62
T4	6	43,56	44,26	43,21	41,11	172,14	43,04

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 6. ALTURA A LOS 70 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (cm)	MEDIA (cm)
		R1 (cm)	R2 (cm)	R3 (cm)	R4 (cm)		
T1	0	29,50	27,13	29,49	30,21	116,33	29,08
T2	2	41,30	46,81	44,20	43,72	176,03	44,01
T3	4	49,24	50,14	48,28	48,33	195,99	49,00
T4	6	50,09	52,34	51,64	45,31	199,38	49,85

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 7. NÚMERO DE HIJUELOS POR PLANTA A LOS 28, 42, 56 Y 70 DDT

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA	MEDIA (%)
		R1	R2	R3	R4			
T1	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,7	0,18	17,5
T2	2	0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,13	12,5
T3	4	0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,13	12,5
T4	6	0	0,2	0,1	0,1	0,4	0,10	10

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 8. DÍAS A LA APARICIÓN DE PELLA

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
		R1	R2	R3	R4		
T1	0	66,10	67,30	66,90	68,30	268,6	67,15
T2	2	64,00	63,20	63,10	63,10	253,4	63,35
T3	4	60,40	61,20	61,40	62,00	245	61,25
T4	6	58,80	60,60	60,00	61,60	241	60,25

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 9. DÍAS A LA COSECHA

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
		R1	R2	R3	R4		
T1	0	91,30	90,00	90,30	90,40	362	90,50
T2	2	84,00	84,50	84,40	84,50	337,4	84,35
T3	4	81,20	82,20	82,20	82,80	328,4	82,10
T4	6	79,70	81,40	80,70	82,60	324,4	81,10

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 10. PELLAS CON MANCHAS GENÉTICAS

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (%)	MEDIA (%)
		R1 (%)	R2 (%)	R3 (%)	R4 (%)		
T1	0	40	40	30	30	140	35
T2	2	10	10	10	10	40	10
T3	4	10	0	0	0	10	2,50
T4	6	10	0	0	0	10	2,50

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 11. PESO DE PELLA

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (g)	MEDIA (g)
		R1 (g)	R2 (g)	R3 (g)	R4 (g)		
T1	0	101,05	76,75	72,20	75,15	325,15	81,29
T2	2	249,95	261,73	248,70	244,05	1004,43	251,11
T3	4	368,65	375,15	371,85	366,85	1482,5	370,63
T4	6	475,10	544,45	417,30	474,85	1911,7	477,93

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 12. DIÁMETRO DE PELLA

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA (cm)	MEDIA (cm)
		R1 (cm)	R2 (cm)	R3 (cm)	R4 (cm)		
T1	0	9,01	8,59	7,50	7,60	32,70	8,18
T2	2	13,23	12,56	12,44	12,89	51,12	12,78
T3	4	15,10	14,97	15,69	12,40	58,17	14,54
T4	6	17,60	17,63	16,97	16,74	68,94	17,24

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 13. RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR PARCELA NETA

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
		R1	R2	R3	R4		
T1	0	15,16	11,51	10,83	11,27	48,77	12,19
T2	2	37,49	39,26	37,31	36,61	150,66	37,67
T3	4	55,30	56,27	55,78	55,03	222,38	55,59
T4	6	71,27	81,67	62,60	71,23	286,76	71,69

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 14. RENDIMIENTO EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA

TRAT.	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
		R1	R2	R3	R4		
T1	0	8661,43	6578,57	6188,57	6441,43	27870,00	6967,50
T2	2	21424,29	22434,00	21317,14	20918,57	86094,00	21523,50
T3	4	31598,57	32155,71	31872,86	31444,29	127071,43	31767,86
T4	6	40722,86	46667,14	35768,57	40701,43	163860,00	40965,00

Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 15. RENDIMIENTO EN TONELADAS POR HECTÁREA

TRATAMIENTOS	DOSIS (cc/l)	REPETICIONES				SUMA	MEDIA
		R1	R2	R3	R4		
T1	0	8,66	6,58	6,19	6,44	27,87	6,97
T2	2	21,42	22,43	21,32	20,92	86,09	21,52
T3	4	31,60	32,16	31,87	31,44	127,07	31,77
T4	6	40,72	46,67	35,77	40,70	163,86	40,97

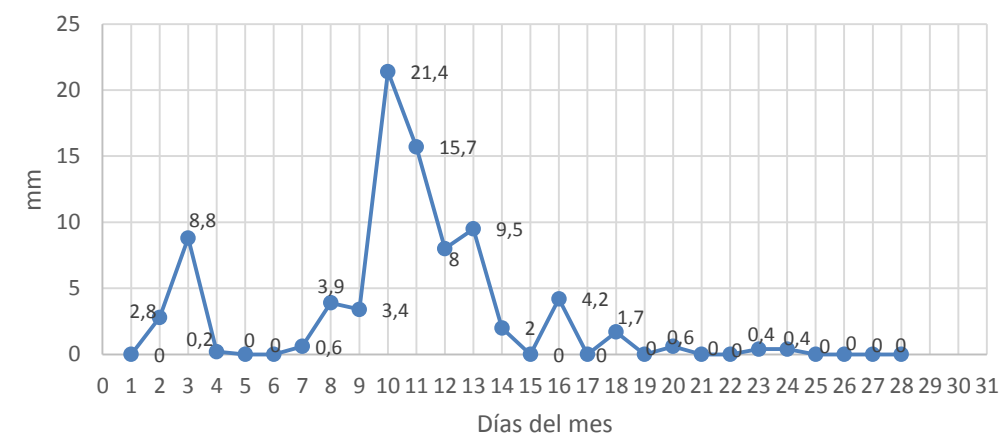
Elaborado por: COELLO, MJ. 2014

ANEXO 16. REGISTRO DE LA HUMEDAD RELATIVA DURANTE EL CICLO DEL CULTIVO ORGÁNICO DE BRÓCOLI

Mes	Humedad Relativa media (%)
Mayo	66,4
Junio	65,3
Julio	59,7

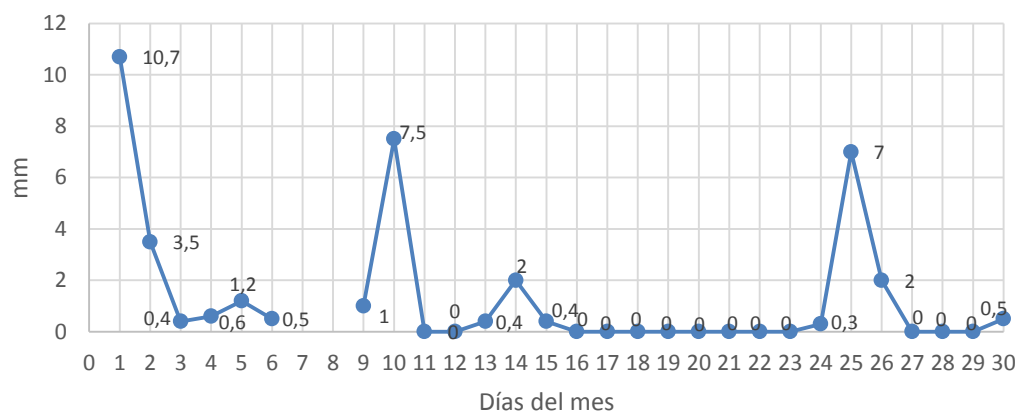
Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 17. DIAGRAMA DE LA PRECIPITACIÓN DEL MES DE MAYO



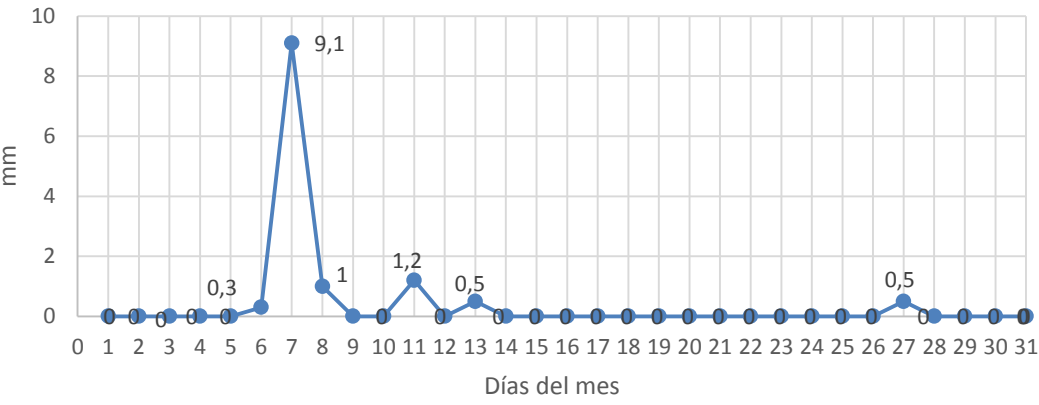
Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 18. DIAGRAMA DE LA PRECIPITACIÓN DEL MES DE JUNIO



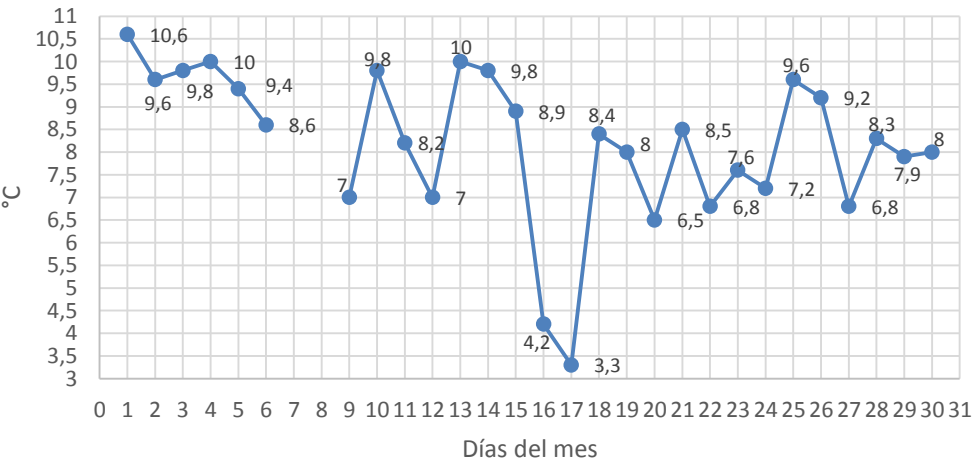
Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 19. DIAGRAMA DE LA PRECIPITACIÓN DEL MES DE JULIO



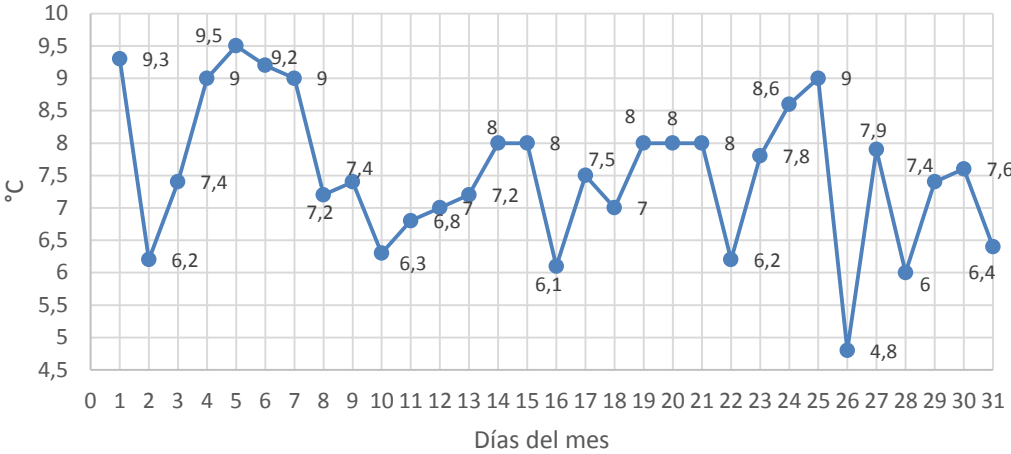
Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 20. DIAGRAMA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DEL MES DE JUNIO



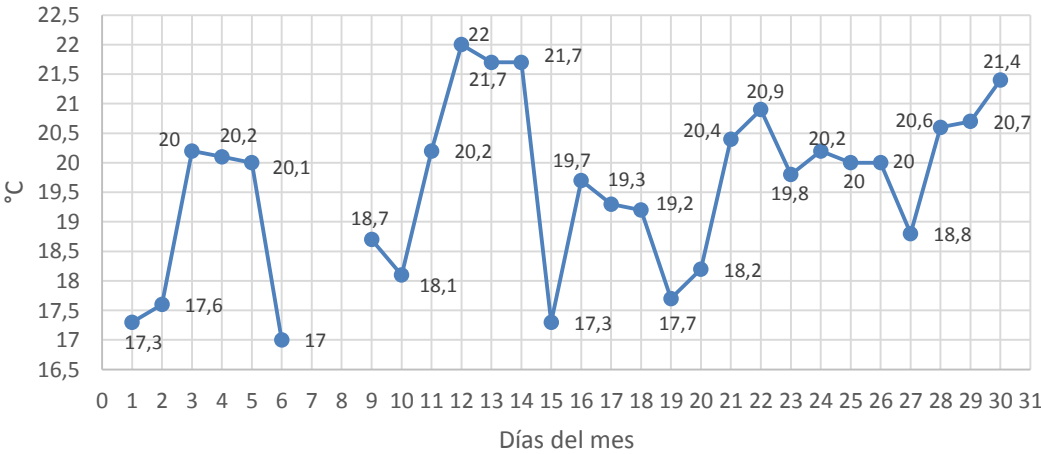
Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 21. DIAGRAMA DE LA TEMPERATURA MÍNIMA DEL MES DE JULIO



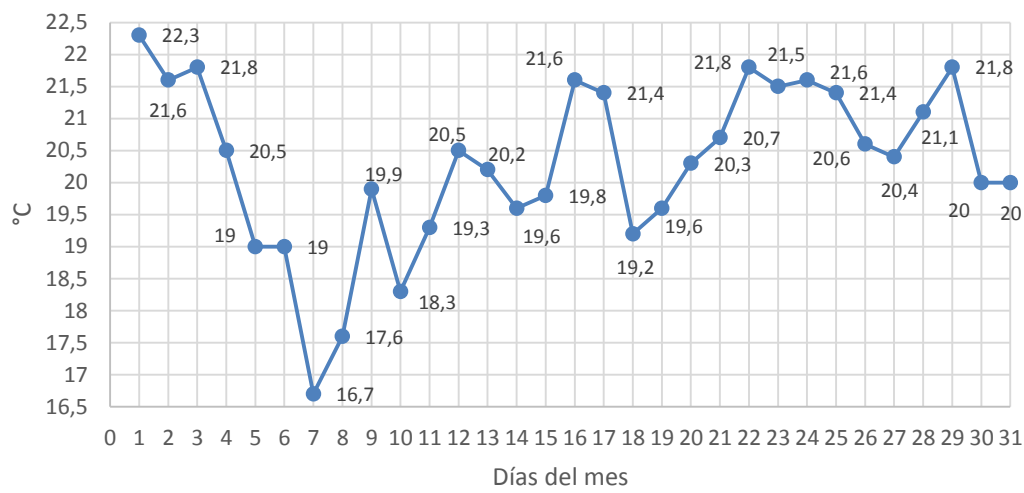
Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 22. DIAGRAMA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DEL MES DE JUNIO




Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

ANEXO 23. DIAGRAMA DE LA TEMPERATURA MÁXIMA DEL MES DE JULIO



Fuente: Estación Agrometeorológica ESPOCH, 2014.

**ANEXO 24. RESULTADO DEL MUESTREO DE MATERIA PRIMA PARA EL
PROCESO AGROINDUSTRIAL DEL TESTIGO (T1)**



**CORPORACIÓN DE PRODUCTORES AGRÍCOLAS
HUERTOS GATAZO ZAMBRANO**

HUERTOS GATAZO ZAMBRANO

Gatazo Zambrano - Colta - Chimborazo - Ecuador

Telf: 032 620338

0002106

FORMULARIO DE MUESTRO DE MATERIA PRIMA

Fecha 23/07/2014 Bins/Gavetas Testigo (T1)

Productor Maria Jose Caello Torres Peso Recibido.....

Sector Politecnico Brócoli X

Peso Muestra Total 1306 gr N° de Gavetas 1 Uni. Total 12 P. Pr. P.108,83gr

Peso Muestra Destructivo..... N° de Gavetas..... Peso..... Unidades.....

Defectos	Unid.	%	%demerito Total	Tolerancia	% max. aceptación
MANCHAS GRAVES TOTAL	1	8,33	7,33	1	6
PUDRICIÓN	1				
XANTOMONAS					
GOLPES					
OTROS					
MATERIALES EXTRANOS				1	5
PLÁSTICOS					
LODO					
OTROS					
INSECTOS TOTALES	2	16,67	15,67	1	6
PULGÓN				8	8
PLUTELA	2			8	8
GUSANOS				10	10
BABOSAS/OTROS				10	10
CONTAMINACIÓN					
COLOR				8	20
QUEMADOS				10	20
INCOMPACTO	1	8,33	7,33	6,5	25
DEFORME/DEG. VARIETAL	5	41,67	31,67	10	20
DAÑO MECÁNICO				10	20
INMACUREZ				10	25
EXCESO DE TALLO/PESO				0,5	
EXCESO DE HOJA/PESO				0,5	
PELLAS PESO 6000G				0,5	

Cant.: 400 S: 1801 - 2800/ 1Cop.

% DEMERITO 56

KG PENALIZADOS

KG FACTURAR

Aceptado


Rechazado ☒

Clase B

GABRIEL A.

Inspector

**ANEXO 25. RESULTADO DEL MUESTREO DE MATERIA PRIMA PARA EL
PROCESO AGROINDUSTRIAL DE LA APLICACIÓN EN DOSIS BAJA DE BIOPLUS
DE 2cc/l (T2)**



HUERTOS GATAZO ZAMBRANO
Gatazo Zambrano - Colta - Chimborazo - Ecuador
Telf: 032 62C338

0002107

FORMULARIO DE MUESTRO DE MATERIA PRIMA

Fecha: 23.10.14 Bins/Gavetas: 12

Productor: Maria Jose Coello Torres Peso Recibido: _____

Sector: Politecnica Brócoli: X

Peso Muestra Total: 4260 gr N° de Gavetas: 1 Uni. Total: 12 P. Pr. P.: 355 gr

Peso Muestra Destructivo: _____ N° de Gavetas: _____ Peso: _____ Unidades: _____

Defectos	Unid.	%	%demerito Total	Tolerancia	% max. aceptación
MANCHAS GRAVES TOTAL				1	6
PUDRICIÓN					
XANTOMONAS					
GOLPES					
OTROS					
MATERIALES EXTRANOS				1	5
PLÁSTICOS					
LODO					
OTROS					
INSECTOS TOTALES				1	6
PULGÓN				8	8
PLUTELA				8	8
GUSANOS				10	10
BABOSAS/OTROS				10	10
CONTAMINACIÓN					
COLOR				8	20
QUEMADOS				10	20
INCOMPACTO	<u>1</u>	<u>8,33</u>	<u>7,33</u>	6.5	25
DEFORME/DEG. VARIETAL				10	20
DAÑO MECÁNICO				10	20
INMADUREZ				10	25
EXCESO DE TALLO/PESO				0.5	
EXCESO DE HOJA/PESO				0.5	
PELLAS PESO 6003G				0.5	

Cant.: 400 S. 1801 - 2800/1 Cop.

% DEMERITO 7,33...


KG PENALIZADOS _____

KG FACTURAR _____

Aceptado ☒ Rechazado ☐ Clase B ☐

GABRIEL A.
Inspector

**ANEXO 26. RESULTADO DEL MUESTREO DE MATERIA PRIMA PARA EL
PROCESO AGROINDUSTRIAL DE LA APLICACIÓN EN DOSIS MEDIA DE
BIOPLUS DE 4cc/l (T3)**



HUERTOS GATAZO ZAMBRANO
Gatazo Zambrano - Colta - Chimborazo - Ecuador
Telf: 032 620338

0002108

FORMULARIO DE MUESTRO DE MATERIA PRIMA

Fecha: 23/07/2014 Bins/Gavetas: T3

Productor: Maria Jose Coello Torres Peso Recibido:

Sector: Politecnica Brócoli: X

Peso Muestra Total: 4.794 gr N° de Gavetas: 1 Uni. Total: 12 P. Pr. 399,5 gr

Peso Muestra Destructiva: N° de Gavetas: Peso: Unidades:

Defectos	Unid.	%	%demerito Total	Tolerancia	% max. aceptación
MANCHAS GRAVES TOTAL				1	6
PUDRICIÓN					
XANTOMONAS					
GOLPES					
OTROS					
MATERIALES EXTRAÑOS				1	5
PLÁSTICOS					
LODO					
OTROS					
INSECTOS TOTALES				1	6
PULGÓN				8	8
PLUTELA				8	8
GUSANOS				10	10
BABOSAS/OTROS				10	10
CONTAMINACIÓN					
COLOR				8	20
QUEMADOS				10	20
INCOMPACTO	1	8,33	7,33	6,5	25
DEFORME/DEG. VARIETAL				10	20
DAÑO MECÁNICO				10	20
INMADUREZ				10	25
EXCESO DE TALLO/PESO				0,5	
EXCESO DE HOJA/PESO				0,5	
PELLAS PESO 6000G				0,5	

Cent: 400 S: 1801 - 2802/1 Cop.

% DEMERITO 7,33...

KG PENALIZADOS

KG FACTURAR

Aceptado ☒ Rechazado ☐ Clase B ☐

GABRIEL A.
Inspector

**ANEXO 27. RESULTADO DEL MUESTREO DE MATERIA PRIMA PARA EL
PROCESO AGROINDUSTRIAL DE LA APLICACIÓN EN DOSIS ALTA DE
BIOPLUS DE 6cc/l (T4)**



HUERTOS GATAZO ZAMBRANO

Gatazo Zambrano - Colta - Chimborazo - Ecuador
Telf: 032 620338

0002109

FORMULARIO DE MUESTRO DE MATERIA PRIMA

Fecha 23/07/2014 Bins/Gavetas T4
 Productor Maria Jose Coello Torres Peso Recibido.....
 Sector Politecnica Brócoli X
 Peso Muestra Total 5044 gr N° de Gavetas 1 Uni. Total 12 P. Pr. 420,4 gr
 Peso Muestra Destructivo..... N° de Gavetas..... Peso..... Unidades.....

Defectos	Unid.	%	%demerito Total	Tolerancia	% max. aceptación	
MANCHAS GRAVES TOTAL				1	6	
PUDRICIÓN						
XANTOMONAS						
GOLPES						
OTROS						
MATERIALES EXTRAÑOS				1	5	
PLÁSTICOS						
LODO						
OTROS						
INSECTOS TOTALES				1	6	
PULGÓN				8	8	
PLUTELA				8	8	
GUSANOS				10	10	
BABOSAS/OTROS				10	10	
CONTAMINACIÓN						
COLOR				8	20	
QUEMADOS				10	20	
INCOMPACTO	1	8,33	7,33	6,5	25	
DEFORME/*DEG. VARIETAL				10	20	
DAÑO MECÁNICO				10	20	
INMAC UREZ				10	25	
EXCESO DE TALLO/PESO				0.5		
EXCESO DE HOJA/PESO				0.5		
PELLAS PESO 6000G				0.5		

Cant.: 400 S: 1801 - 2800/ 1Cop.

% DEMERITO 7,33
 KG PENALIZADOS

KG FACTURAR

Aceptado ☒

Rechazado ☐

Clase B ☐

GABRIEL A.

Inspector

